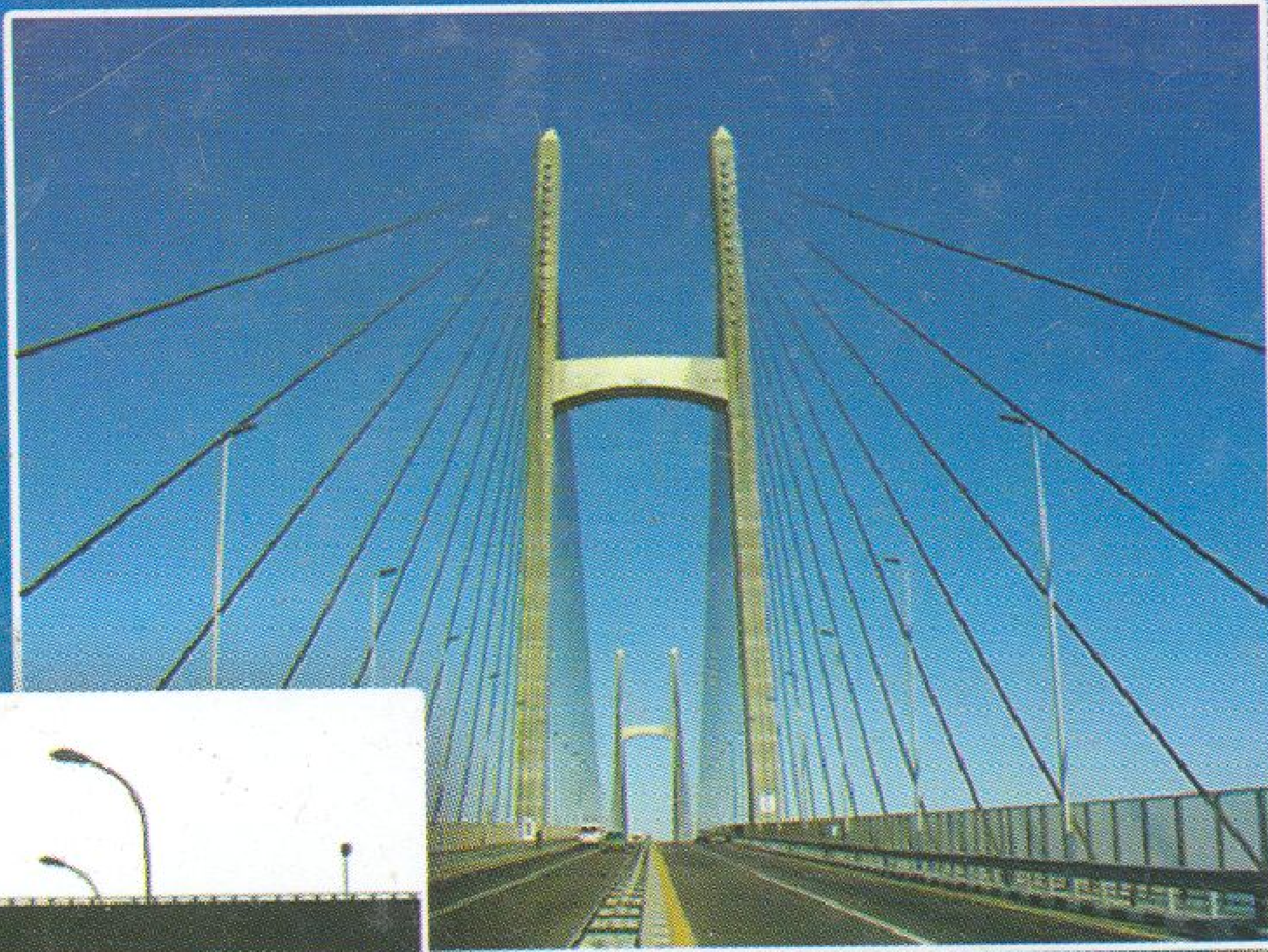




الإنشاءات المدنية المتميزة



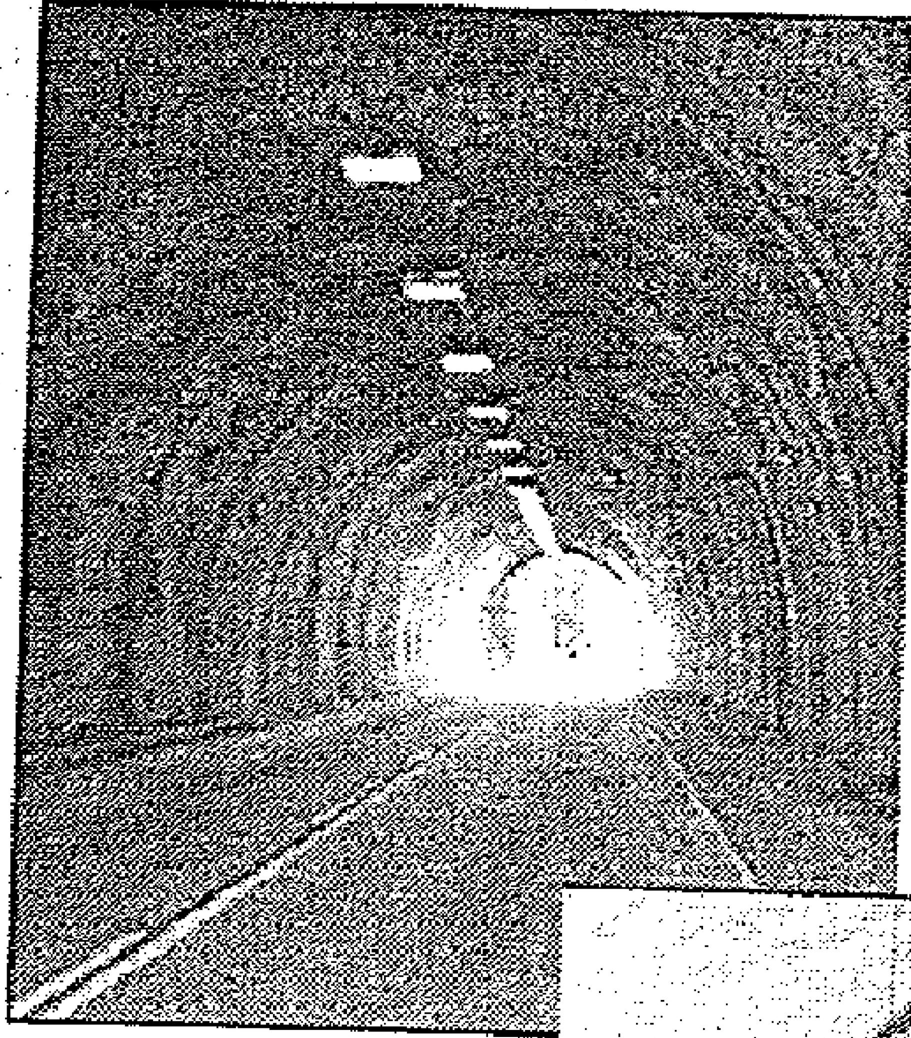
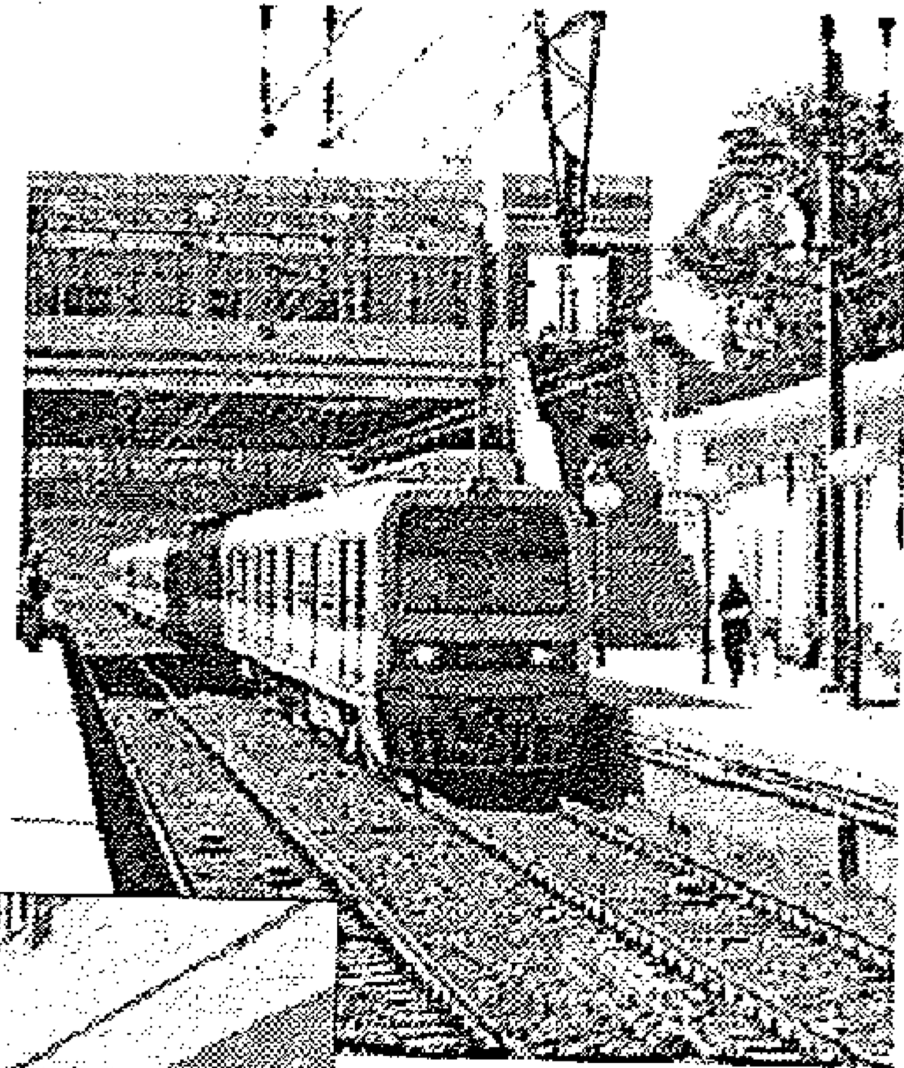
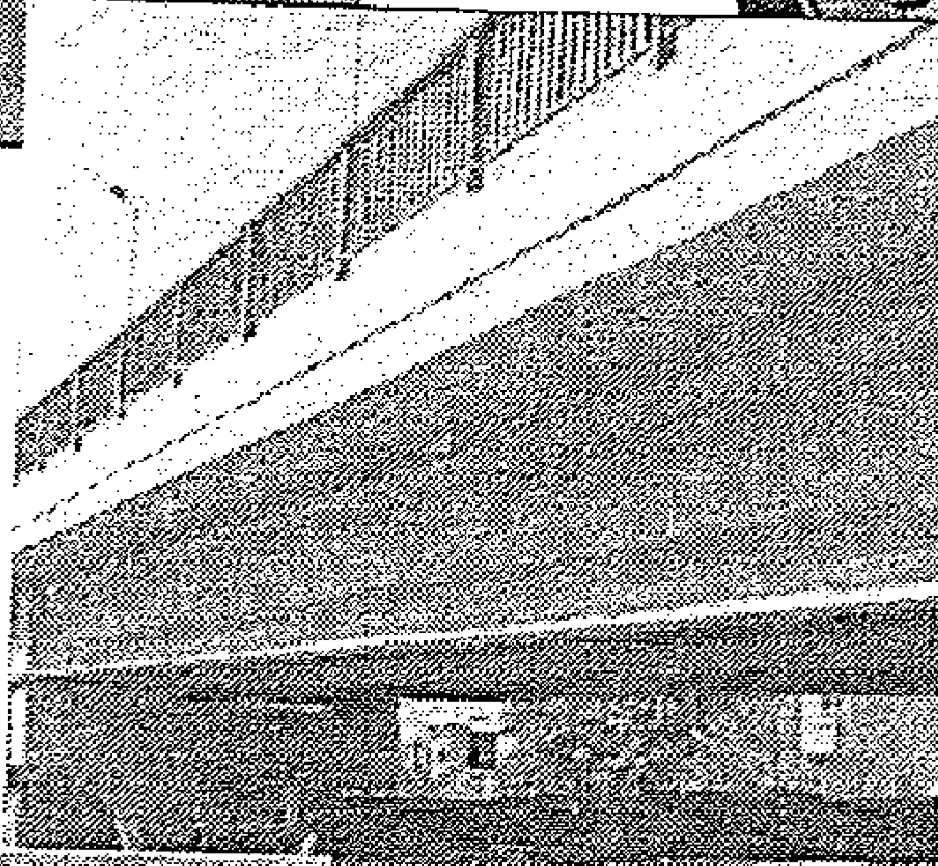
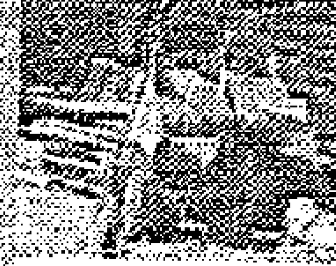
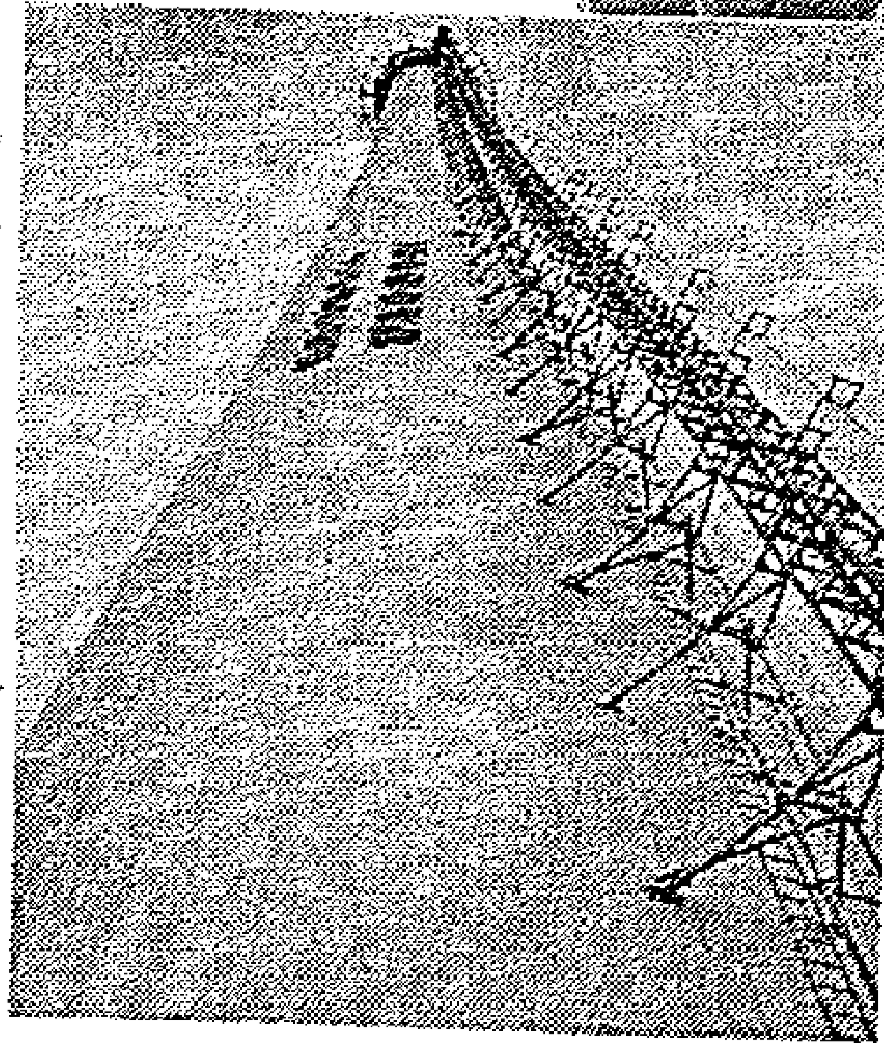
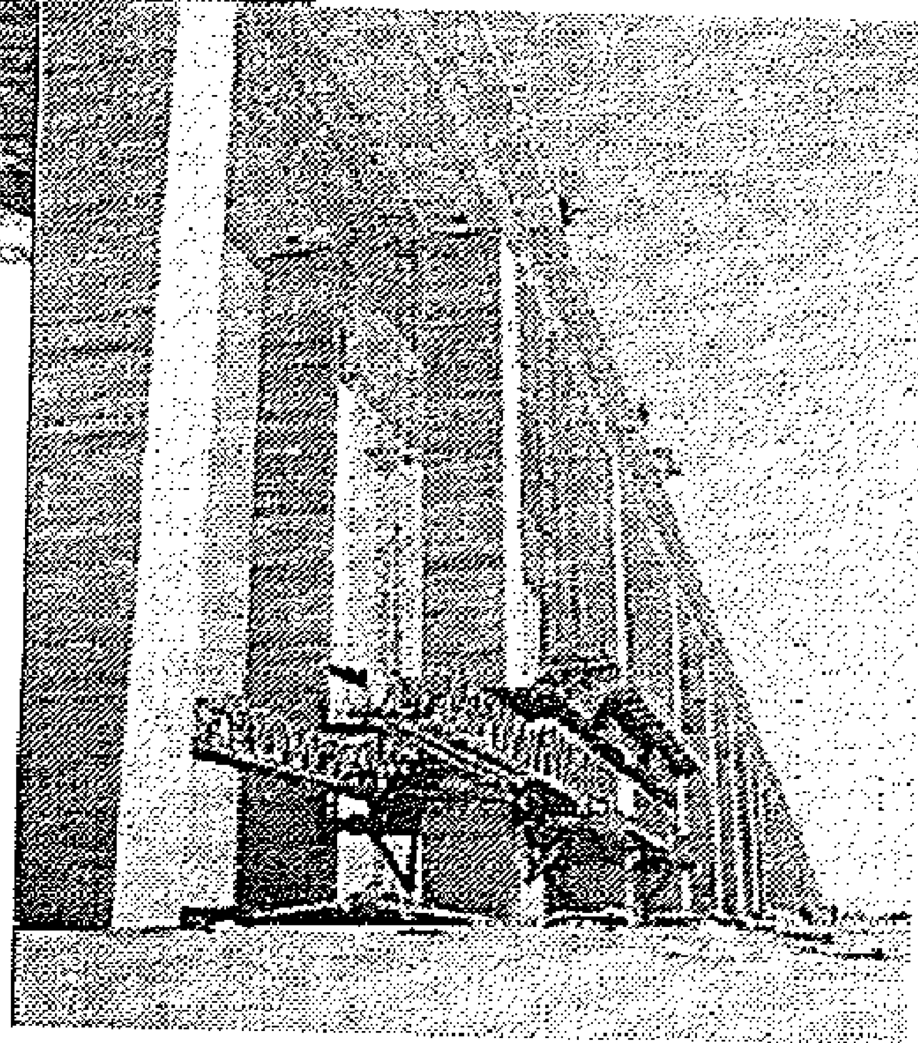
مهندس استشارى
محمود حسين مصيلحى

دار الكتب العلمية
للنشر والتوزيع
القاهرة

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
☎ ٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbh-egypt.com
e-mail : sbh@link.net
Scientific Book House


دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbh-egypt.com
e-mail : sbh@link.net
Scientific Book House

الإنشاءات المدنية المتميزة

مهندس استشاري

محمود حسين مصيلحى

المدير العام (السابق) بشركة المقاولون العرب

الكتـــــاب : الإنشاءات المدنية المتميزة
المؤلـــــف : م. محمود حسين مصيلحى
الناشـــــر : دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - القاهرة
المـقـــاس : ١٧ X ٢٤
عدد الصفحات : ٥٦٠
الطبعـــــة : الأولى
رقـم الإيـداع : ٢٠٠٩/٩١٠١
ردمـــــك : ٩٧٨ ٩٧٧ ٢٨٧ ٩٠٢ ٦

الاخراج الفنى وتصميم الغلاف : جمال خليفة
المـــونتـــاج الفنـــى : محمد حسنى

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
☎ ٢٧٩٤٨٦١٩ - ٢٧٩٥٤٢٢٩
فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠
لمزيد من المعلومات يرجي زيارة موقعنا على الإنترنت
www.sbhegypt.org
e-mail : sbh@link.net

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

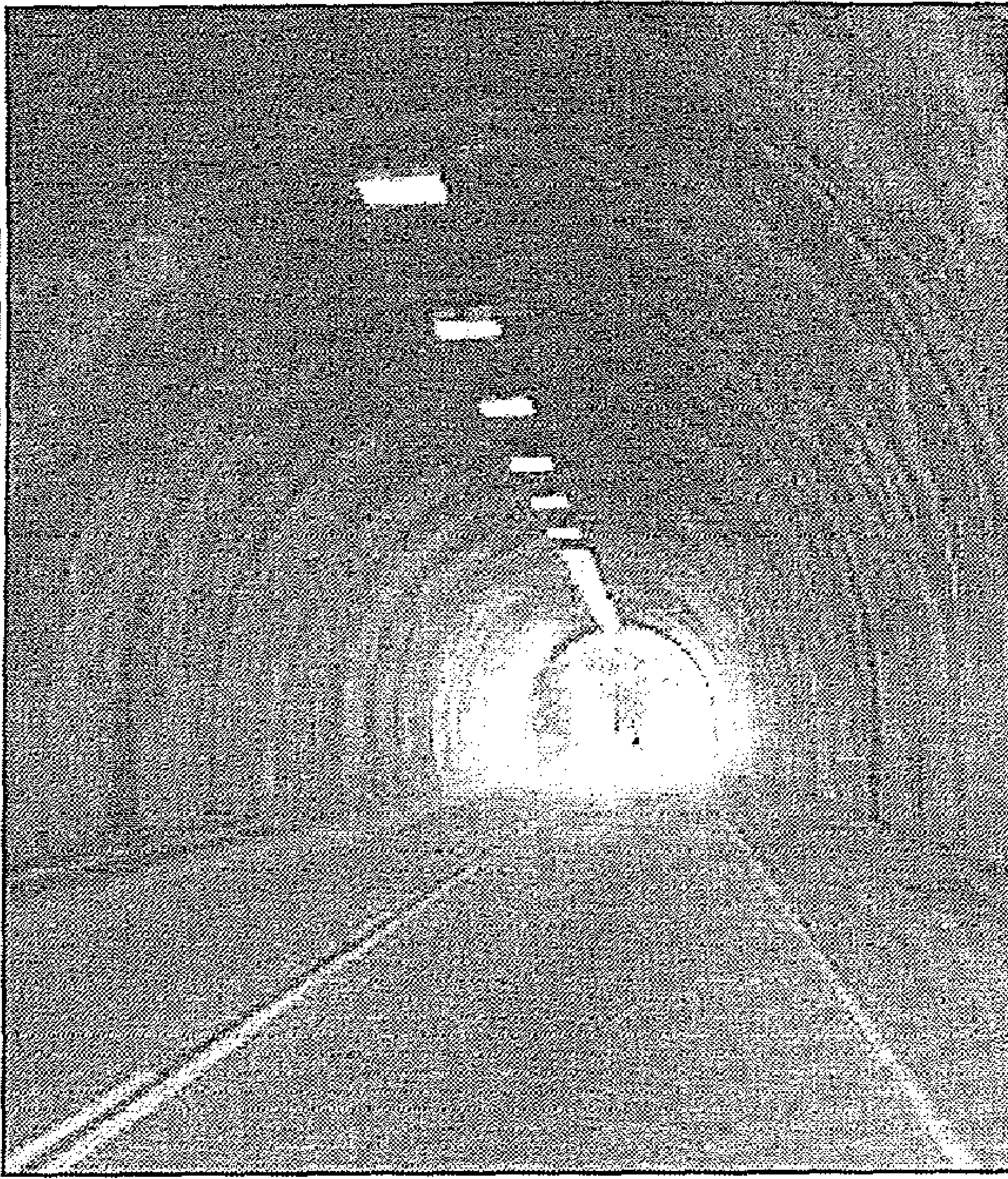
مُقَدِّمَة

يتناول هذا الكتاب (الأنشاءات المدنية المتميزة) شرحا وافيا لطرق التنفيذ للمشروعات المتميزة والتي تحتاج الي خبرات خاصة مثل الكباري والأنفاق و التي أصبحت تحتل جزءا كبيرا من أهتمامات الدولة و التي – بجانب ذلك – تعود بالنفع علي الأخوة زملاء المهنة من المهندسين .

كما يتناول الكتاب شرحا لطرق تكنولوجية لبعض الصعاب الهندسية التي تواجه المهندس مثل الرفع الثقيل للمنشآت مثل الكباري والخزانات والتي تساعد المهندس بدرجة كبيرة في أيجاد الحلول في التنفيذ , و أيضا مثل الأسقف الخرسانية المرفوعة والشدات المنزلقة والتي تساهم في جودة فائقة للأعمال بجانب سرعة التنفيذ .

ولحسن الحظ , فإن هذه التقنيات يتم تنفيذها بسواعد وخبرات مصرية خالصة و أن لها الشركات القائمة عليها .

أرجو أن أكون قد ساهمت بقدر في تنمية الفكر الهندسي لأخواني الزملاء .



الباب الأول

تخطيط الأنفاق

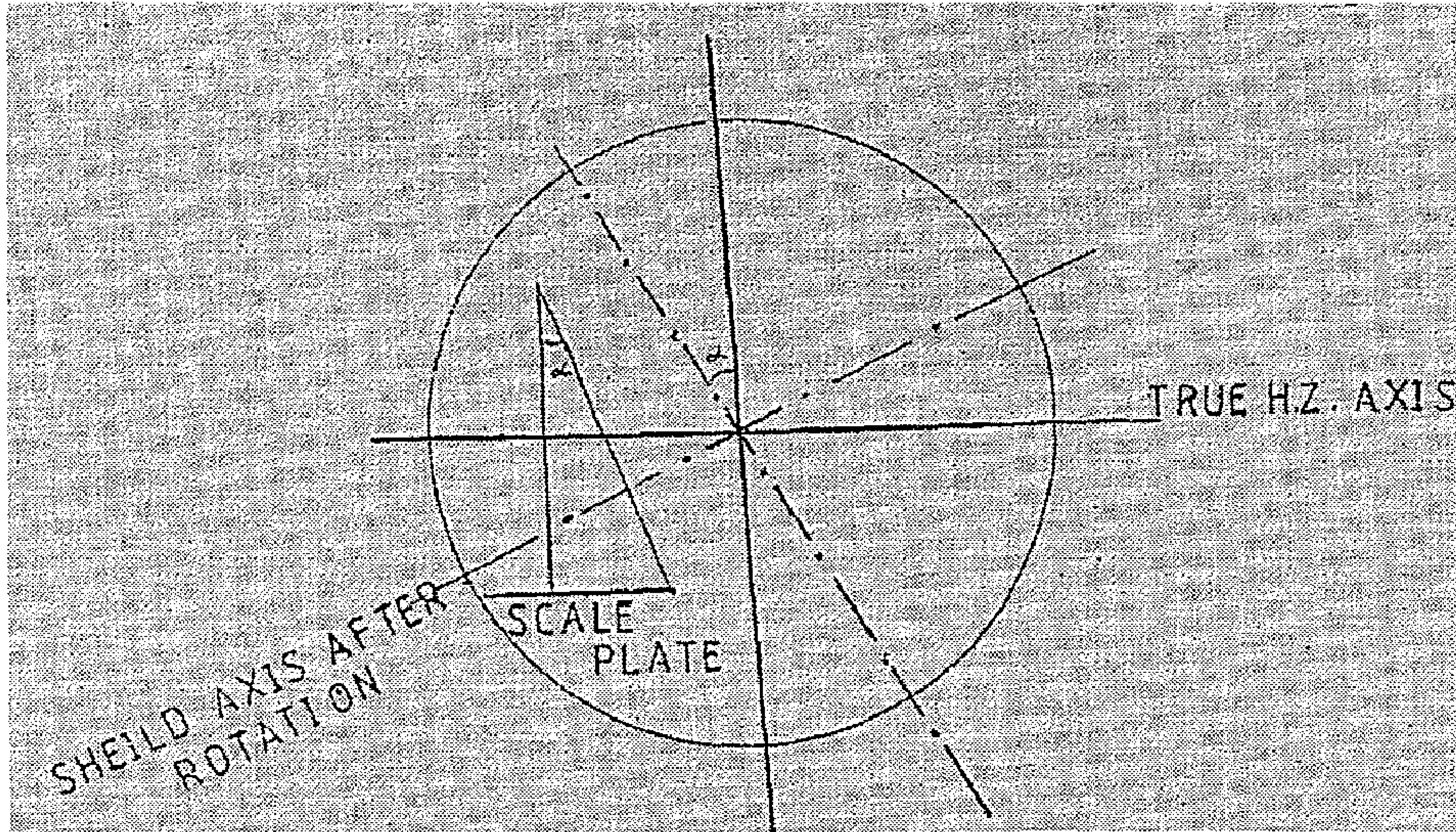
الأعمال المساحية و تخطيط محور النفق :

قبل الخوض في أي تفاصيل - يجب معرفة بعض الـــتعريفـــات :

١ - زاوية دوران الدرع (مقدمة الحفارة) : Roll

هي حركه دوران الدرع حول المحور الأفقي (دوران الدرع حول نفسها) . و يمكن قياس هذه الزاوية عن طريق البلـــتة و خيط الشاغول المثبتين بالدرع . و يفضل دائما أن تكون زاويه الدوران = صفر و ذلك حتي يمكن تلاشي ما قد يحدث من الحركات الأخري .

و يفضل أن يكون طول خيط الشاغول مساويا لنصف قطر الدرع حتي يعطي أنطباع حقيقي لقيمه هذا الأنحراف - شكل (١) .



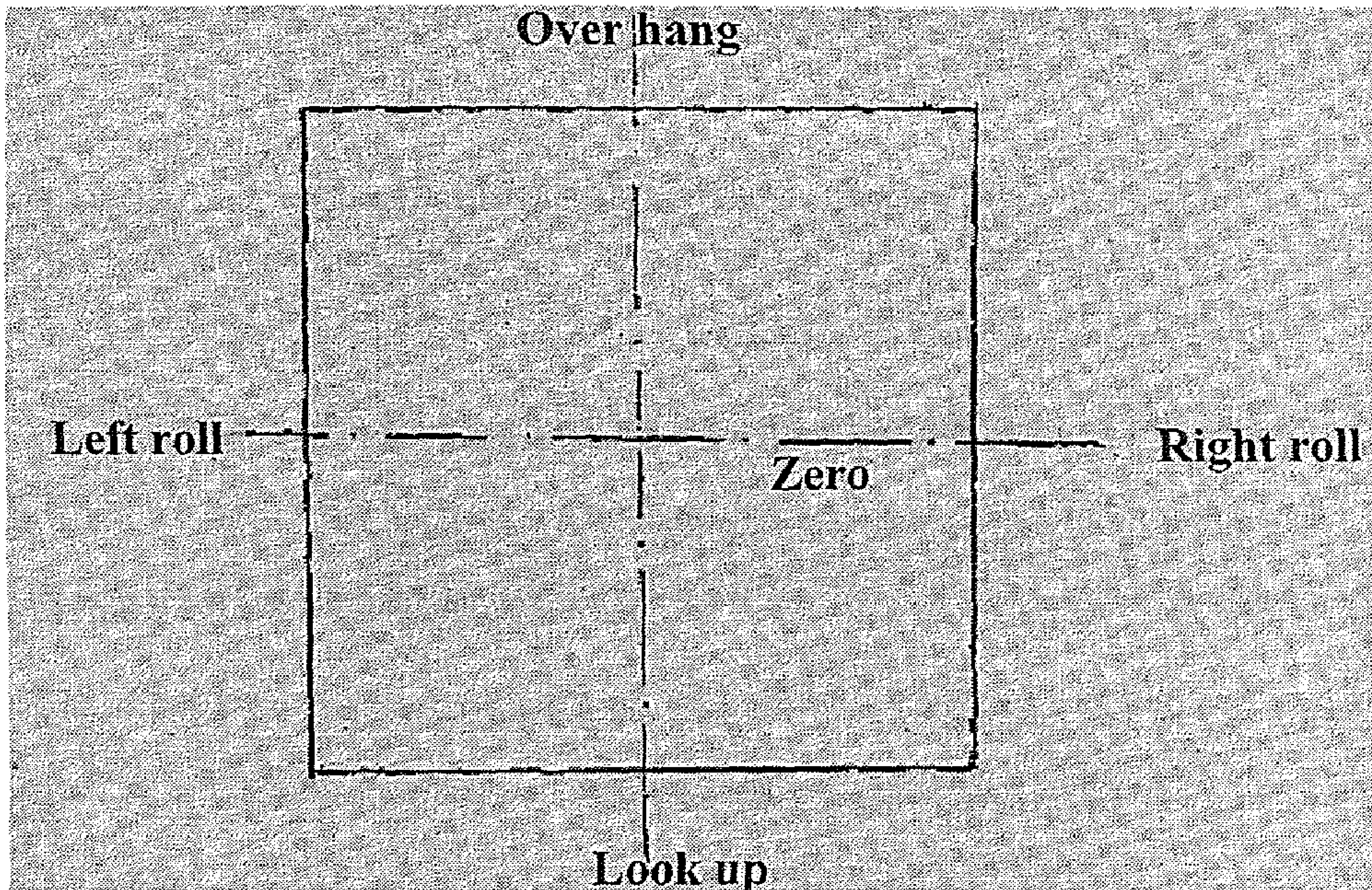
شكل (١) خيط الشاغول والدرع والبلتة

في حالة صعوبة ذلك - يمكن معرفه العلاقة بين طول الخيط المستخدم و نصف قطر الدرع كما يلي :

قيمة زاوية دوران الدرع = قراءه البلته × طول نصف قطر الدرع ÷ طول الخيط المستخدم .

٢ – ميل النفق Look up And Over hang :

ينفذ النفق مثل أي خط أنحدار – أي طبقا للميل التصميمي – فيأخذ الدرع نفس زاويه الميل . فأذا كان الميل لأعلي فيسمي Look up و أذا كان الميل الي أسفل فيسمي Over Hang. يقاس الميل (الي أعلي أو الي أسفل) عن طريق خيط الشاغول و البلته المذكوره و ذلك علي المحور المتعامد علي المحور الطولي للدرع – و هو ما يعرف بالPlump – شكل (٢) مع ضروره الأخذ في الأعتبار أن القيمة المعطاة هي نصف القيمة الحقيقية و ذلك لأن طول خيط الشاغول يساوي نصف قطر الدرع .

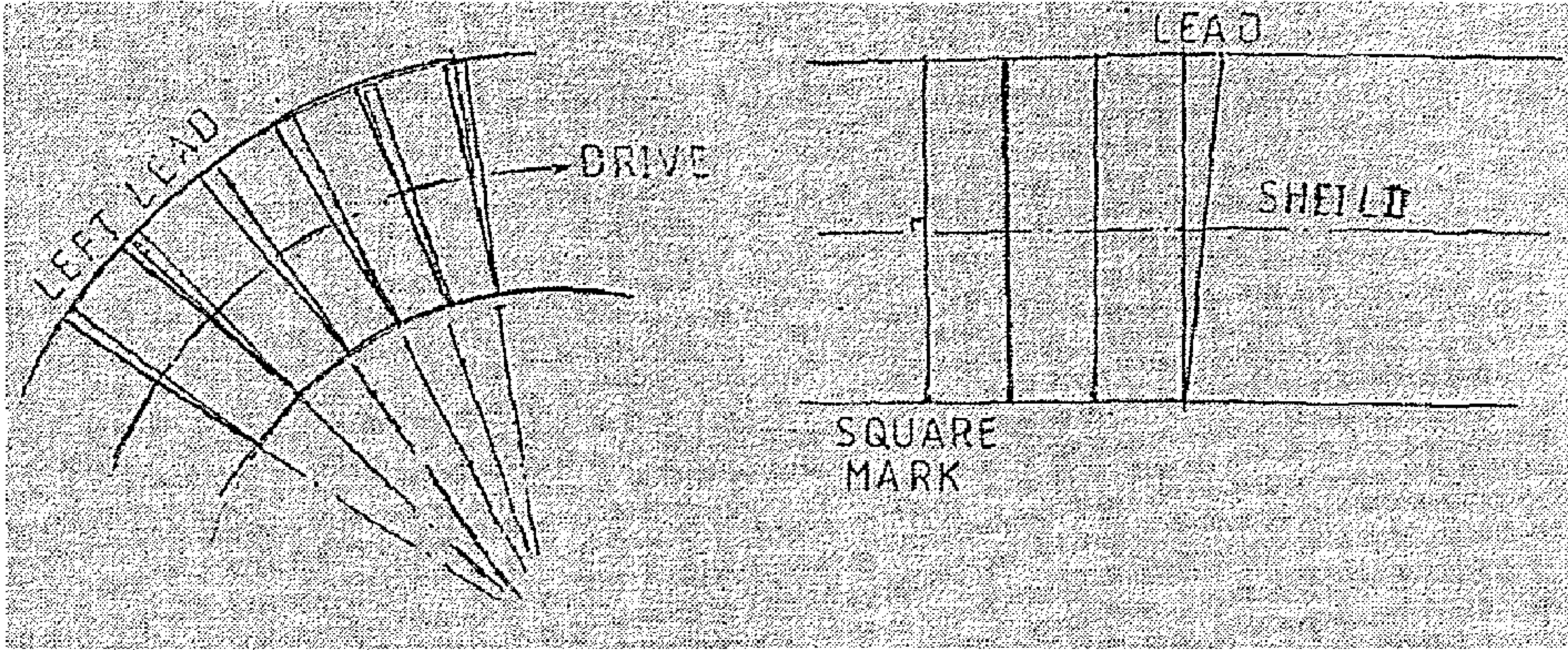


شكل (٢) Roll and Plump Plate

٣ – مسافة الدوران الأفقي : Lead

عند دخول الدرع الي المنحنيات (متيامن أو متياسر) – فأن المسافه بين الحلقتين المأخوذتين علي القوس الخارجي للنفق هي ما تسمي بمسافه الدوران – شكل (٣) . ويلاحظ أن مسافه الدوران = صفر أذا كان النفق مستقيما .

حساب مسافة الدوران الأفقي :



شكل (٣) مسافة الدوران الأفقي

مسافه الدوران الأفقي = ظا Θ × طول الحلقة وتختلف هذه المسافة من حلقة الي أخري.

٤ - لوحه الهدف - لوحة أستقبال أشعة الليزر Orientation Target

و هي اللوحة التي يتم تثبيتها في مكان آمن بالدرع الأمامي و يمكن من خلالها معرفه قيمة الأنحراف عن المحور و كذلك قيمة مسافة الدوران حتي يمكن أختيار الوضع الصحيح للحلقة الي سيتم بناؤها .

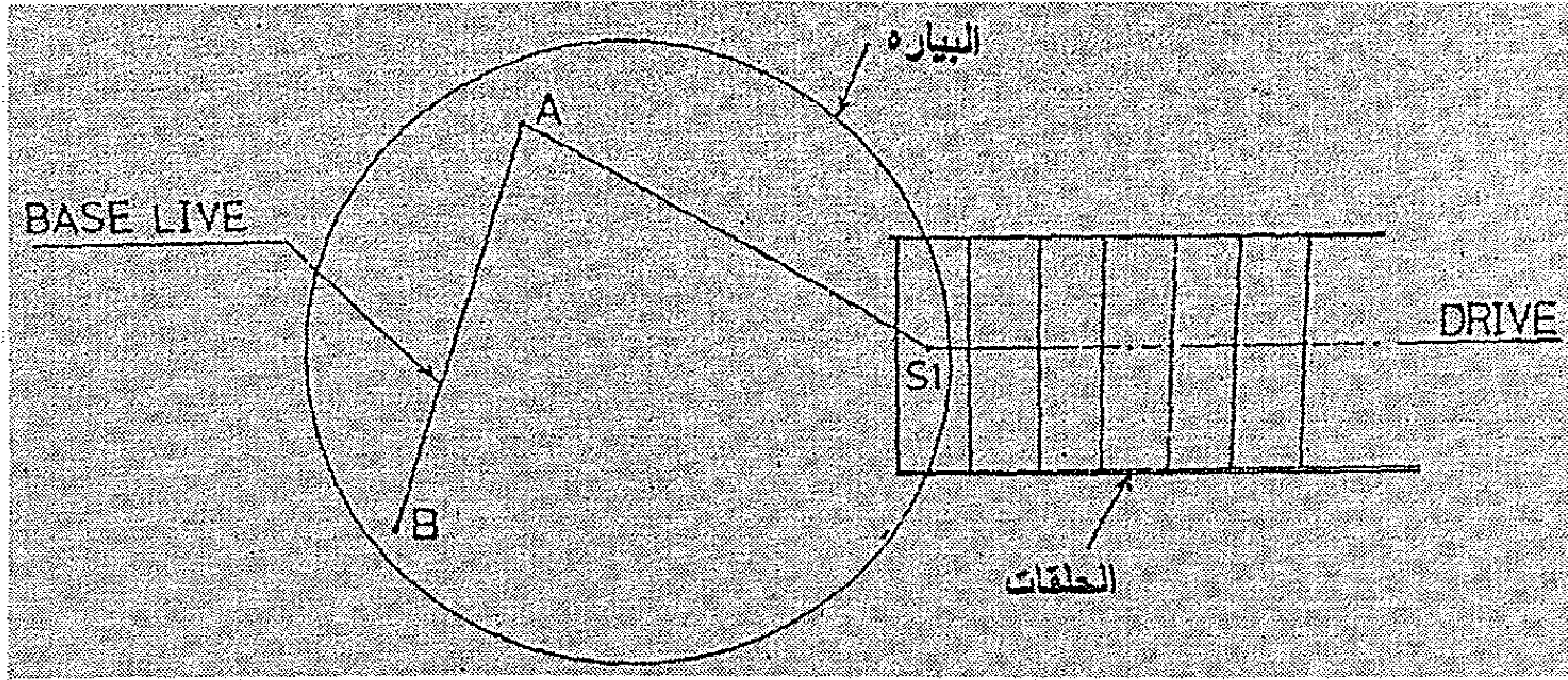
٥ - النقاط المساحية : Survey Stations

هي النقاط المساحيه التي يتم أختيارها و التي تتحكم في توجيه الدرع . و هذه النقاط يتم معاملتها مثل شبكة المثلثات من الدرجه الثانيه و ذلك لقياس الزوايا و المسافات و لحساب أحداثيات تلك النقط .

٦ - نقاط أشعة الليزر : Laser Stations

و هي الأماكن التي يتم أختيارها لــتثبيت جهاز الليزر علي نفس الخط المساحي و نفس الميل . كما تكون تلك النقاط لها نفس العلاقه مع المحور الرأسي و المحور الأفقي للحلقه و محاور الدرع .

خط القاعدة Base Line :



شكل (٤) خط القاعدة داخل البيارة

أن العمل يحتاج الي حسابات دقيقة وهي :

١ - حساب وتصحيح الترافيرس الذي يغطى المشروع .

٢ - ربط مراكز البيارات Shafts مع شبكة المثلثات قبل وبعد عملية تغويص البيارة وذلك لتصميم المسار الأمثل للنفق .

٣ - حساب الـــ Offsets وذلك في المسار المنحني .

لبداية العمل في النفق لا بد من عمل خط قاعده Base Line و هو عباره عن نقطتين مساحيتين A & B يتم وضعهما علي أرضيه البياره و حساب أحداثياتهما . توضع نقطة مساحيه S1 في أول حلقة للنفق - شكل (٤) و حساب أحداثياتها . من خط القاعده المنشأ ، يتم أخذ أتجاه النفق وكذلك الأنحراف المطلوب مع ضروره مراعاه قيمة مسافة التوجيه Offset وذلك عندم يكون محور الدرع موازيا لمحور النفق .

٧ - مركز المنحني : Curve Center(C.C)

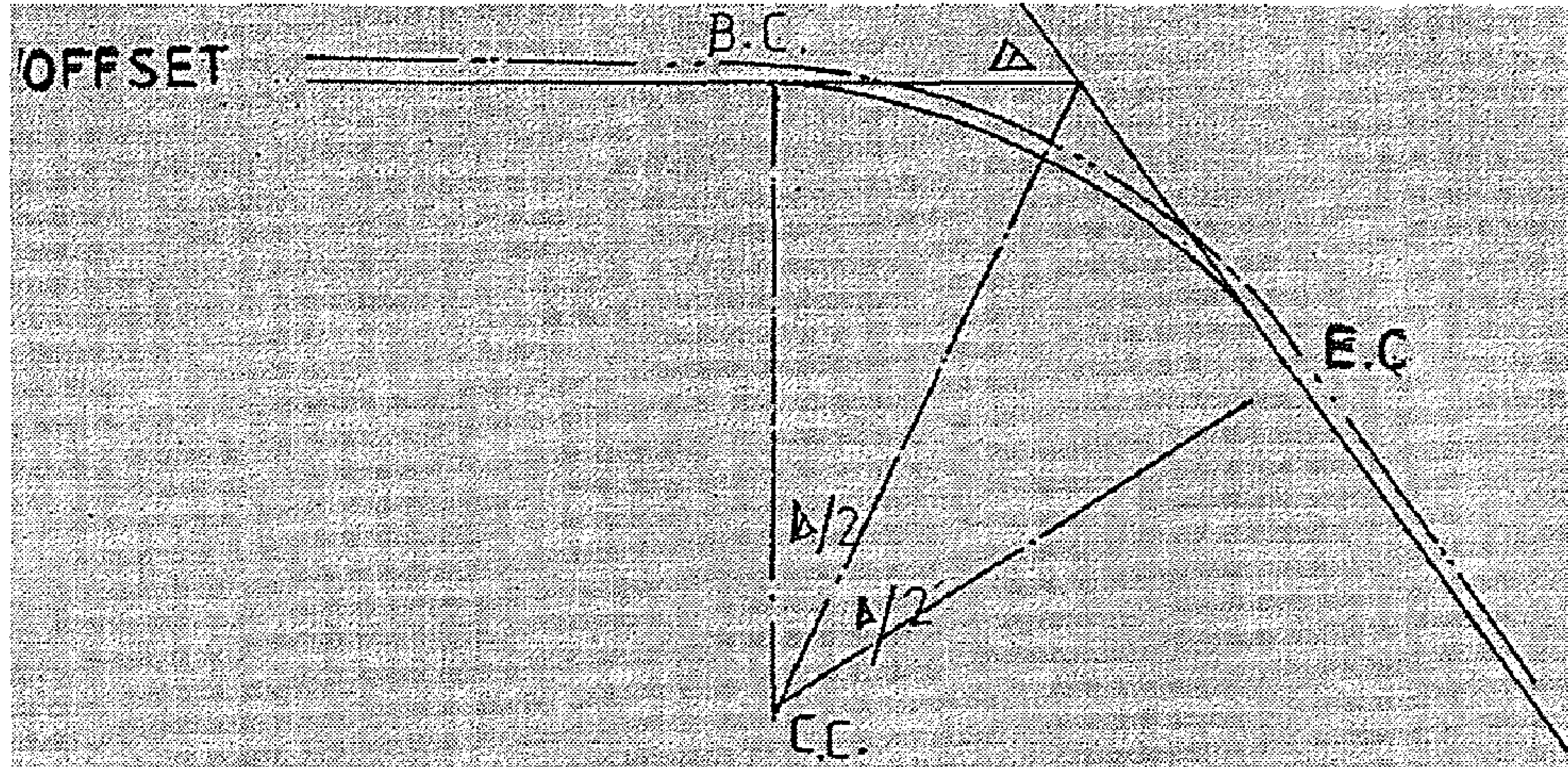
هو مركز أنحناء منحني النفق .

٨ – نقطة بداية المنحني : Beginning Curve Point (B.C)

هي نقطه تماس الخط المستقيم للنفق مع منحني النفق .

٩ – نقطة نهاية المنحني : End Curve (E.C)

هي نقطة تماس المنحني مع الخط المستقيم للنفق – شكل (٥) .



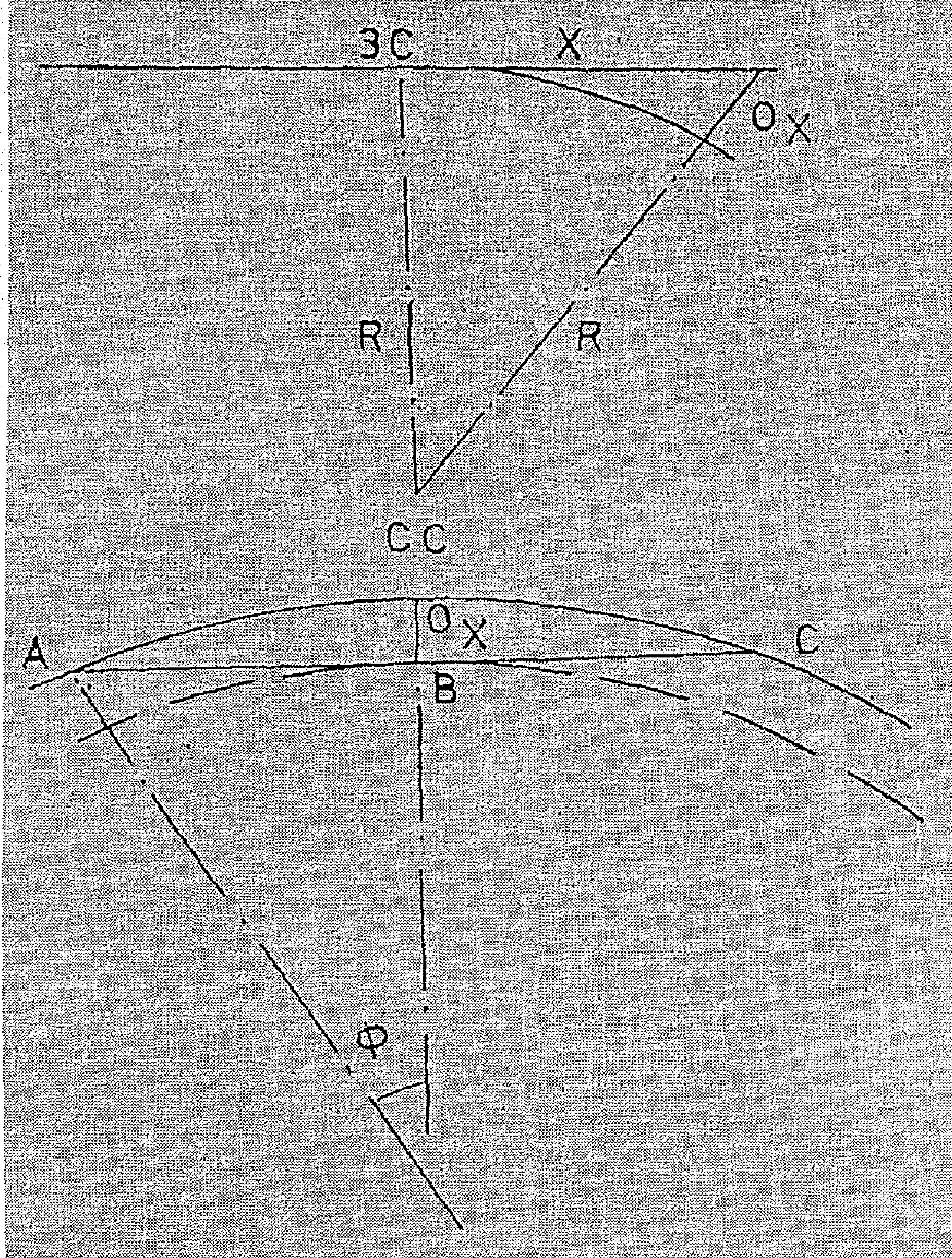
شكل (٥) مركز – بداية ونهاية المنحني

١٠ – مسافة التوجيه : Offset

هي المسافة بين مركز حامل التوجيه و المحور الرأسي للدرع . و في الخط المستقيم تكون المسافه بين حامل التوجيه و المحور الرأسي للدرع مساويا للمسافه بين الجهاز و المحور الرأسي للنفق و يكون شعاع التوجيه علي صفر التدريج .

أما في حالة المنحني فأن المسافة بين شعاع التوجيه و المحور الرأسي للدرع غير مساوية للمسافة من محور الجهاز الي المحور الرأسي للنفق – شكل (٦) .

و يجب أن تكون أكبر قيمه لمسافة التوجيه مساوية لنصف قيمة حامل التوجيه من الأتجاهين . و يجب ألا نستخدم القانون المستنتج السابق لمسافات كبيره حيث أننا نهمل الجزء $Y^2 / 2R$ و بالتالي يتحول من جزء من دائره الي قطع مكافيء . و يمكن حساب مسافة التوجيه Offset كما يلي – شكل (٧) :

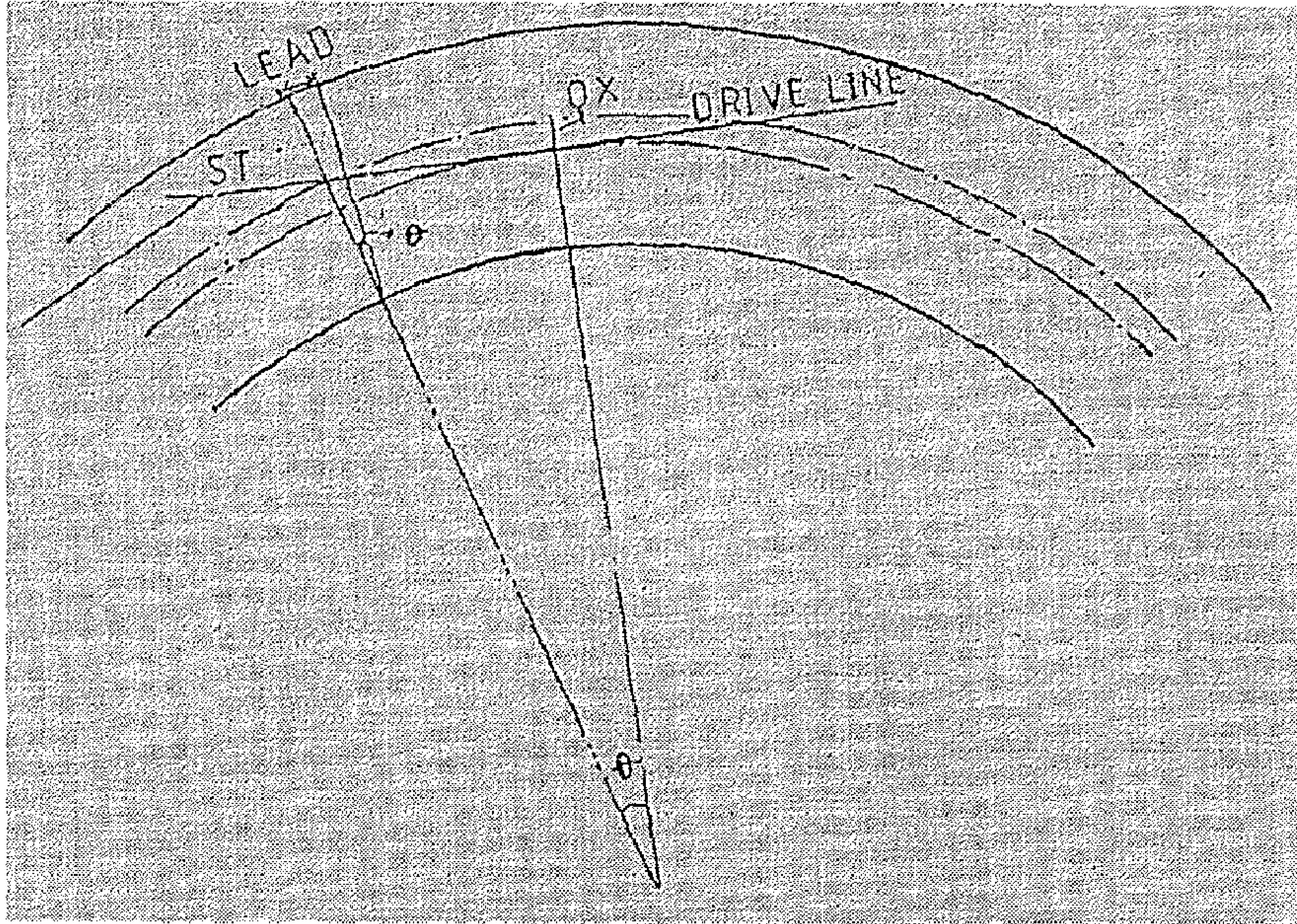


شكل (٧) مسافة التوجيه

$$Ox = (X^2 + R^2)^{1/2} - R$$

حساب قيمة (Lead) :

شكل (٨) .



شكل (٨) حساب قيمة(Lead)

مسافه الدوران الأفقي (Lead) = ظا Θ × طول الحلقة . وتختلف هذه المسافة من حلقة الي أخري .

مسافة التوجيه

المراحل التي تمر بها الماكينة من الأنزال و الضبط :

١- تحديد محاور الماكينة – و يمكن أن يتم ذلك قبل نزول الماكينة الي البيارة . تضبط الماكينة في وضع أفقي تماما باستخدام ميزان مياه أو ميزان القامة و ذلك بأخذ ٤ قراءات علي اركان أكبر لوح معدني في بطنية الدرع.

٢ - يحسب قيمة نصف قطر الدرع الفعلي ثم يثبت شريط في وضع أفقي ثم باستخدام خيط الشاغول يمكن تحديد المحور الرأسي للماكينة عن طريق ضبط الشريط علي قراءه نصف القطر و أخذ علامتين أعلي و أسفل علي نهاية الدرع Tail Skin .

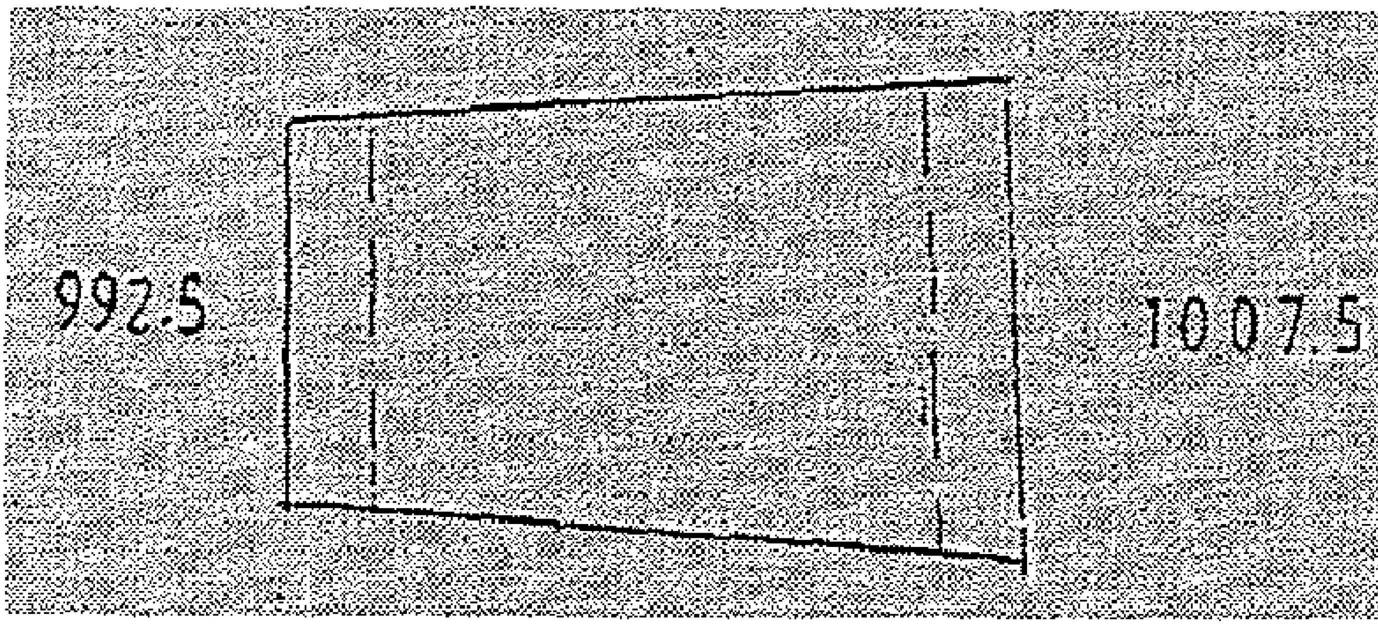
٣- يجري تعليم المحور الأفقي علي الجانبين علي نهايه الدرع مع استخدام ميزان قامه لبيان منسوب نقطة منتصف المحور الرأسي ثم توقيع النقطتين علي جانبي الدرع علي أفقيه واحده . هاتان النقطتان يمثلان المحور الأفقي للدرع

٤- ترفع الماكينة ثم يتم تنزيلها أسفل البيارة مع ضبطها و بحيث تكــون مهيــأه للحركة و علي ميل النفق تماما.

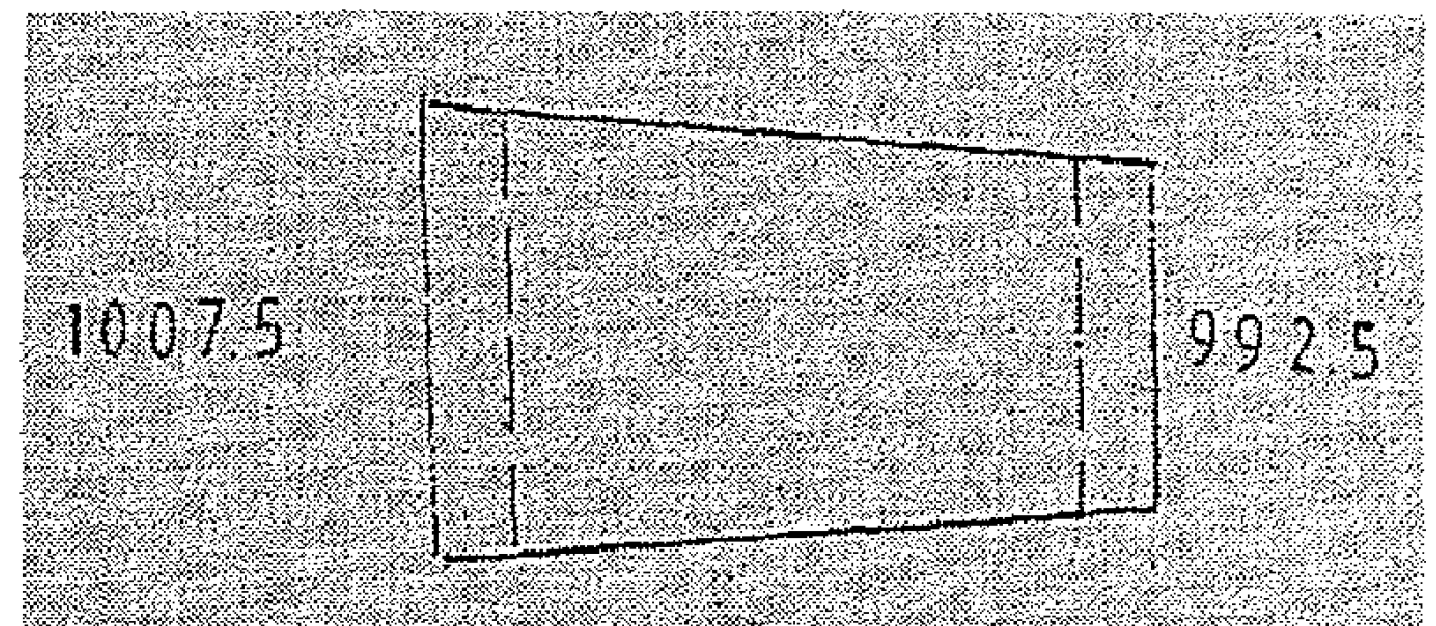
كيفية بناء الحلقة :

أولا : بناء الحلقه في النفق المستقيم :

من الملاحظ أن شكل الحلقه علي هيئه شبه منحرف و أن جانبي الحلقة غير متساوين و يطلق عليه الحلقة المشطوفة Taper Ring ووجد أن الفرق بينهما = ١٥ مم – شكل رقم (٩) . و لبناء النفق في الأتجاه المستقيم ، يجب



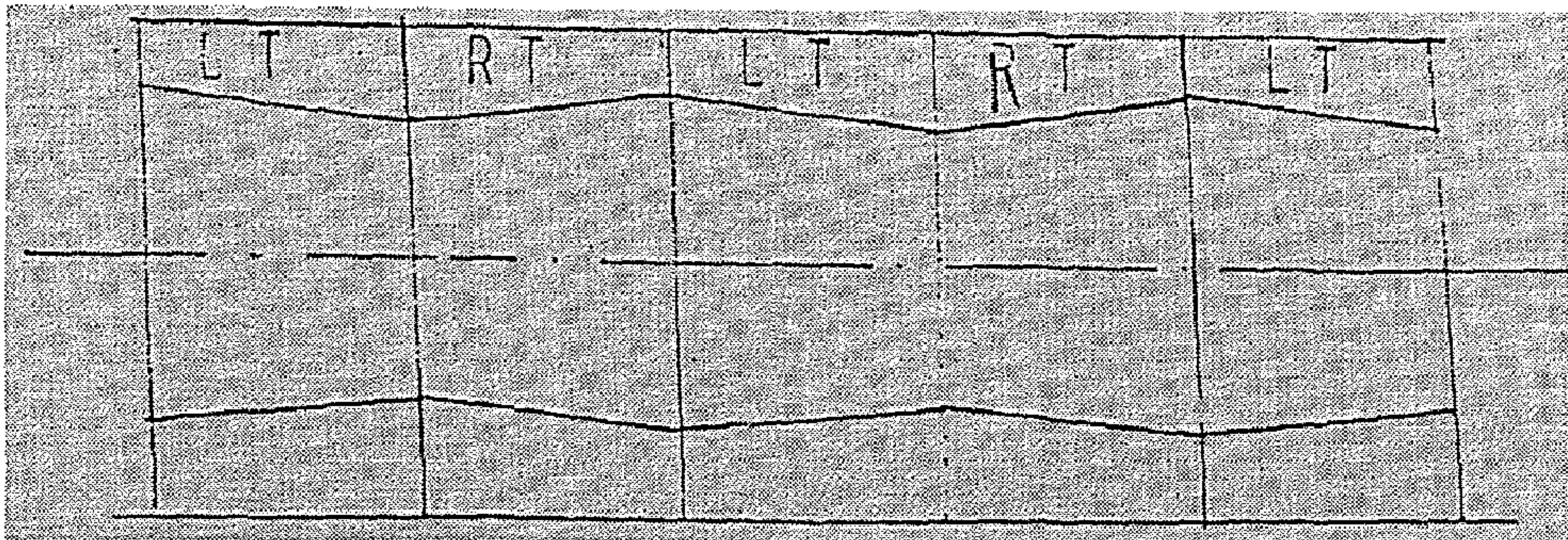
Left Taper



Right Taper

شكل (٩) الحلقة المشطوفة

أستخدام حلقة متيامنه و حلقه متياسره حيث أن الحلقه المتيامنه تعطي لنا مسافه دوران يسري Left Lead مقدارها ١٥ مم . و يمكن أن نلاشي مسافه الدوران الحادثه باستخدام حلقه متياسره تعطي لنا مسافه دوران يمني Right Lead مقدارها ١٥ مم و علي ذلك يتم بناء الحلقات بأن تكون حلقة متيامنه مجاورة لحلقة متياسرة– شكل(١٠).



شكل (١٠) بناء الحلقات في النفق المستقيم

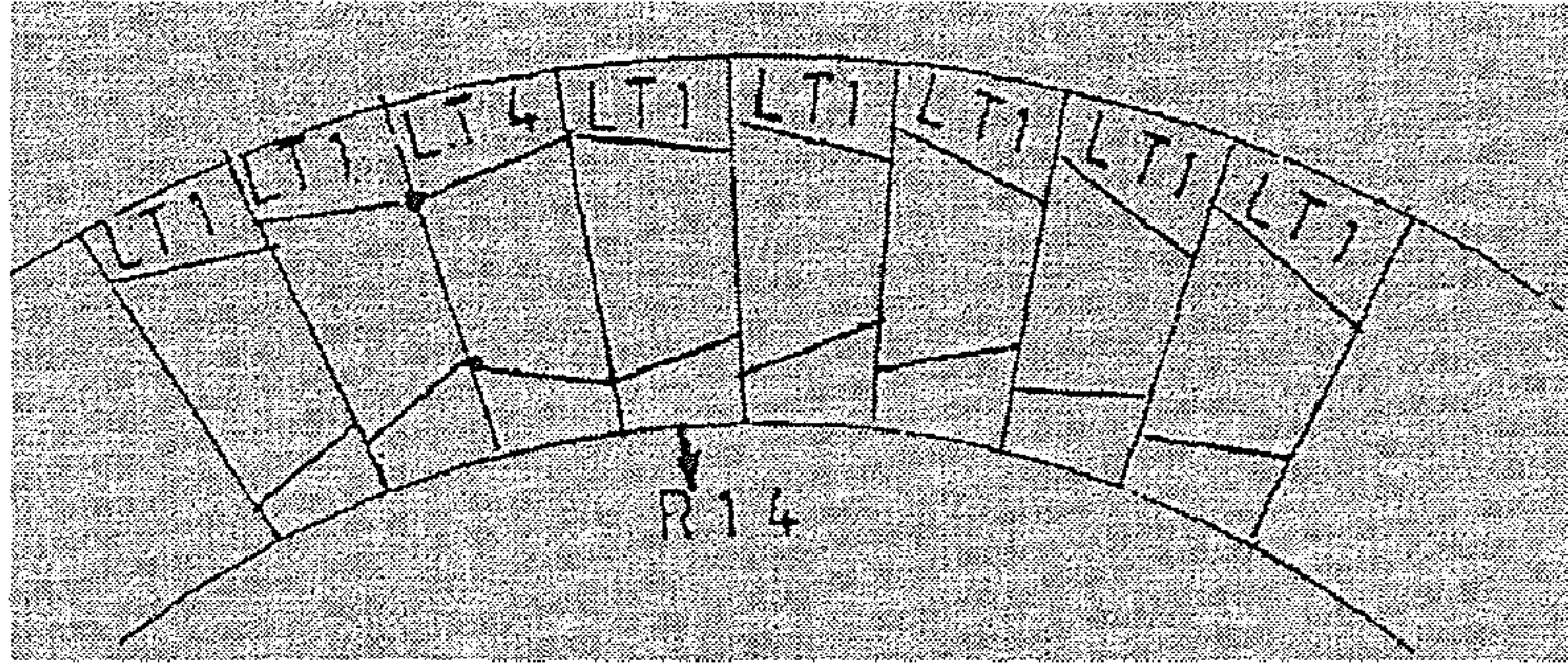
ثانيا : بناء الحلقة في المنحنيات :

من المعروف أن المنحنيات المستخدمة في الأنفاق ، تعتمد علي قيمة نصف القطـــر . الأمثلة التالية توضح ذلك :

مثال (١) :

منحني قطر ٢٠٠ متر (متياسر) :

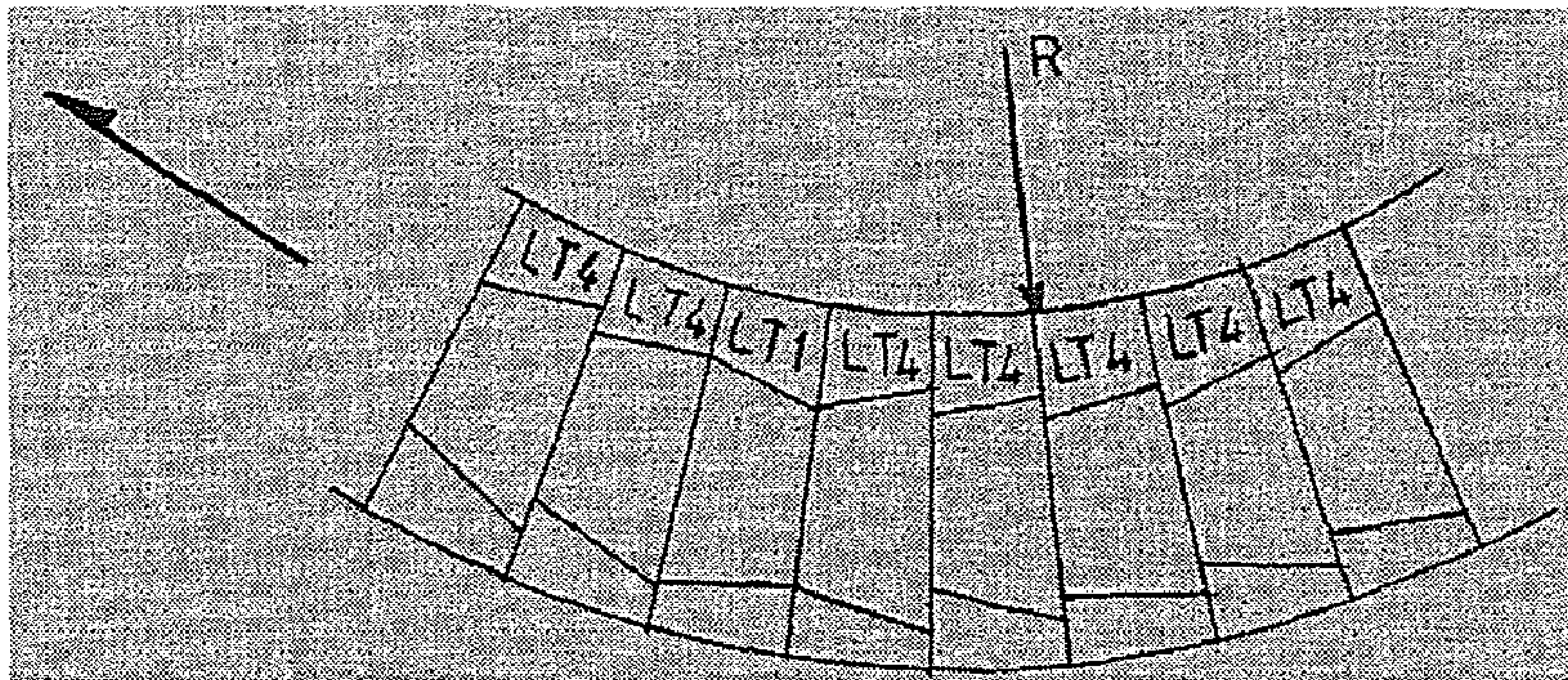
بحساب مسافه الدوران Lead نجد أنها تساوي ١٣ مم . و يمكن أستخدام الحلقـــات المشطوفة اليسري Left Taper Ring . و ببناء العدد المناسب من الحلقات المـــذكوره يتم تشكيل الدوران المطلوب . و في المنحنيـــات المتيامنـــه – تـــستخدم الحلقـــات المشطوفة اليسري – شكل (١١) .



شكل (١١) منحني متياسر

منحني قطر ٢٠٠ متر (متيامن) :

في المنحنيات المتيامنة نجد أن مسافة الدوران متياسر وبذلك يمكن أستخدام ١٤ حلقة LT 4 + حلقة واحدة LT 1 – شكل (١٢)



شكل (١٢) منحنيات ذات قطر ٢٠٠ متر منحني متيامن

مثال (٢) :

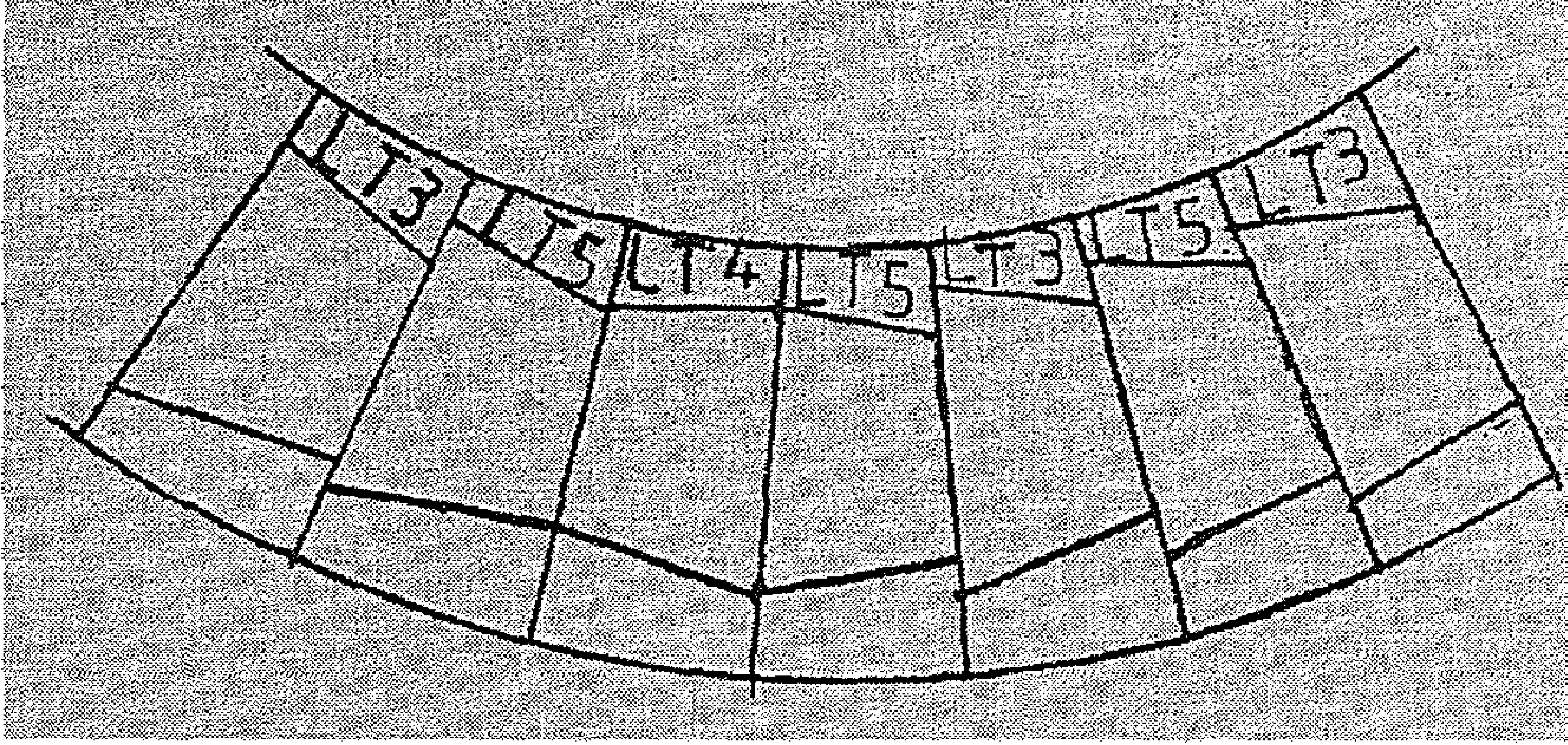
منحني قطر ٣٠٠ متر (متياسر) :

بحساب مسافة الدوران Lead)) نجد أنها = ١١مم . في هذه الحـــــاله يتم بناء ٦ حلقات LT1 ثم تبني حلقة LT 4 . يستمر العمل بهذا المنوال .

مثال (٣) :

منحني قطر ٣٠٠ متر (متيامن) :

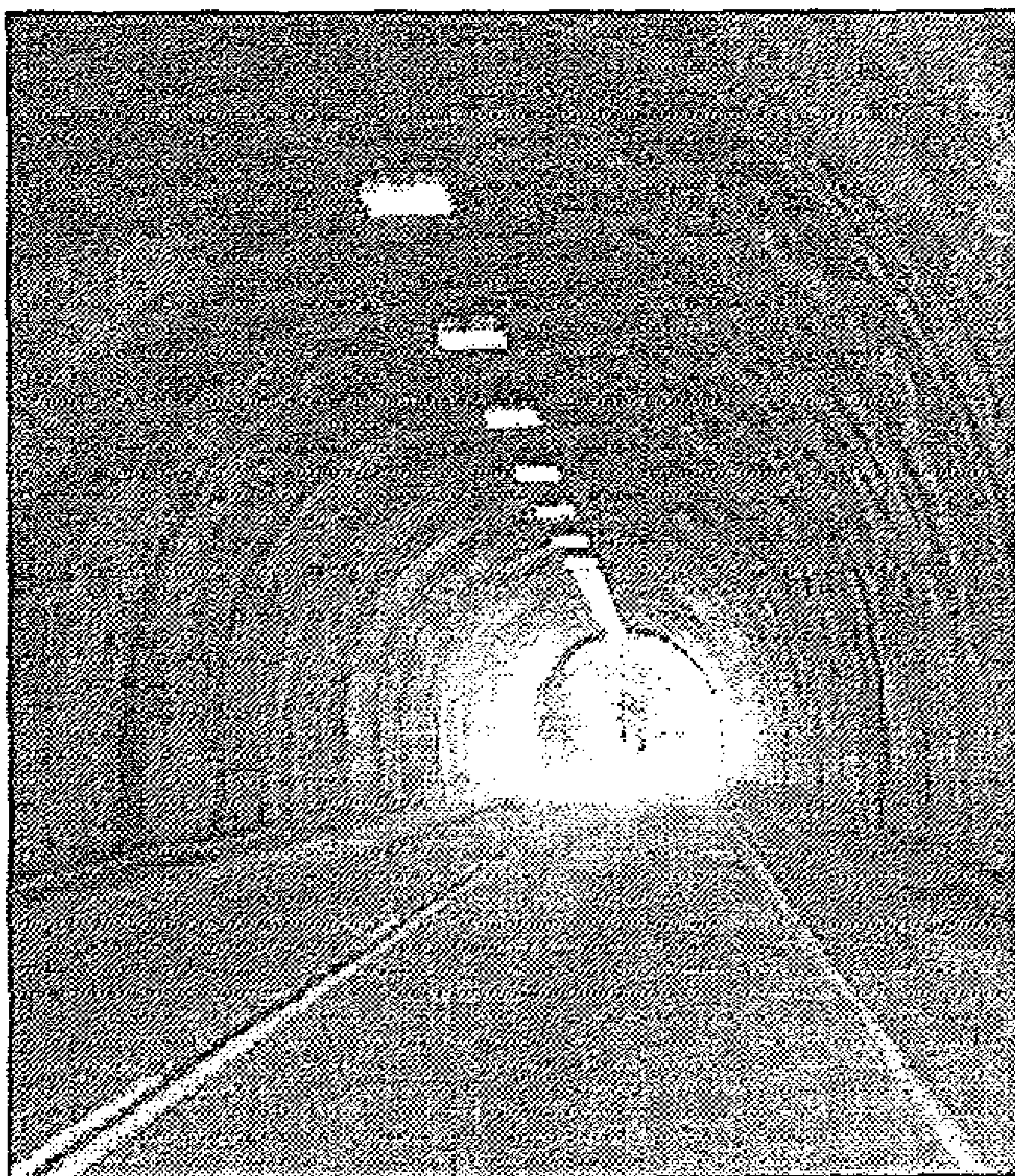
بحساب مسافة الدوران نجد أنها = ١١مم . في هذه الحـــــاله يتم بناء ٦ حلقات LT4 ثم تبني حلقة LT 1 . يستمر العمل بهذا المنوال – شكل (١٣) .

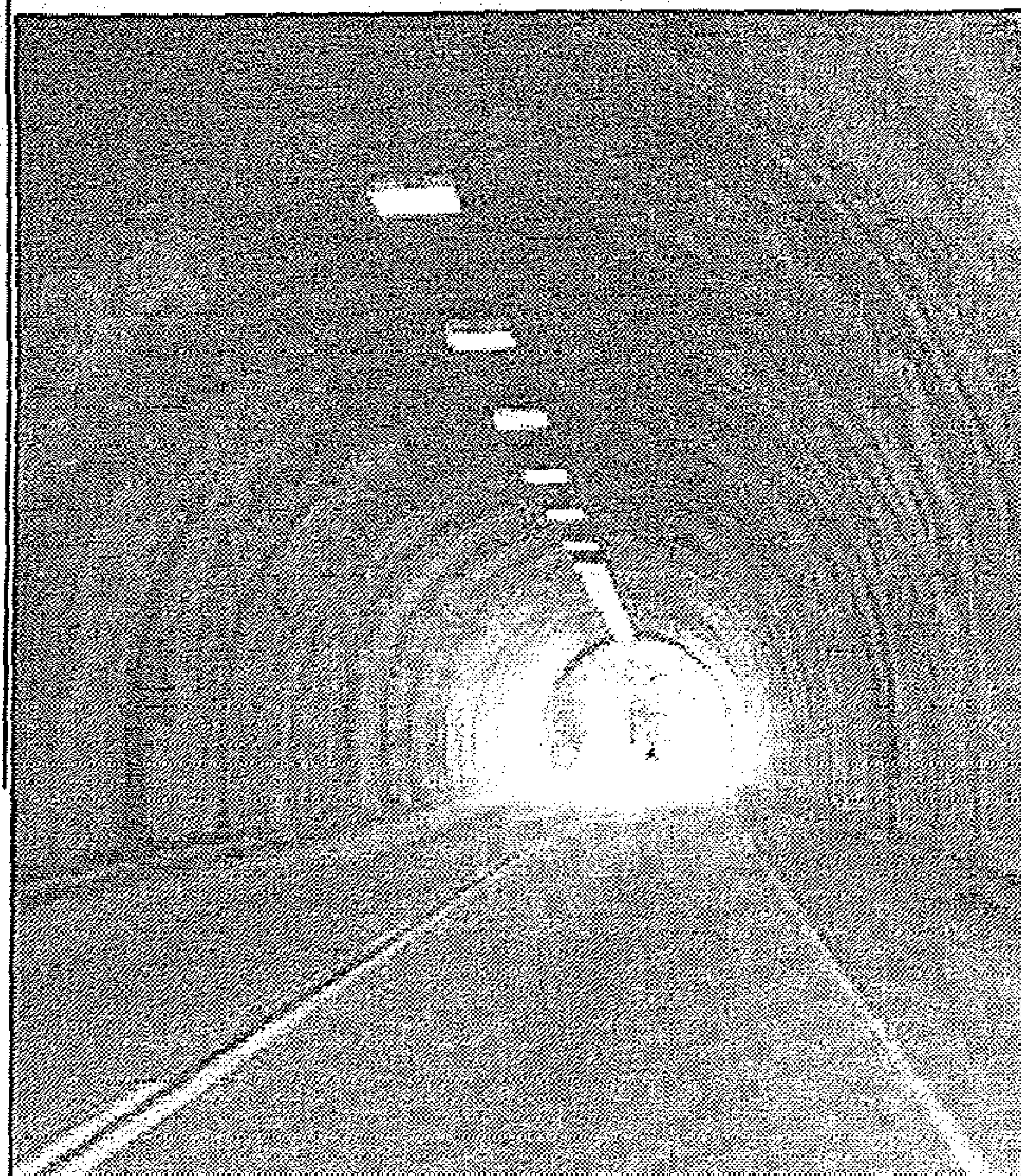


شكل (١٣) منحني ذا قطر ٣٠٠ متر
منحني متيامن

المراجع

١ – معهد التدريب الفني والمهني – شركة المقاولون العرب .





الباب الثاني

حوائط الديافرام

حوائط الديافرام Diaphragm Walls

تعتبرحوائط الديافرام عنصرا أساسيا في تنفيذ الأنفاق :

١ – تنفيذ الأنفاق بالحفر المكشوف .

٢ – تنفيذ الأنفاق بتقاطعات الطرق Subways .

٣ – جميع المحطات المنشأة علي كافة أنواع أنفاق المواصلات .

٤ – مداخل ومخارج أنفاق المواصلات .

٥ – الأنشاءات الأخري تحت الأرض مثل البدرومات – محطات رفع الصرف الصحي – الجراجات ٠٠٠

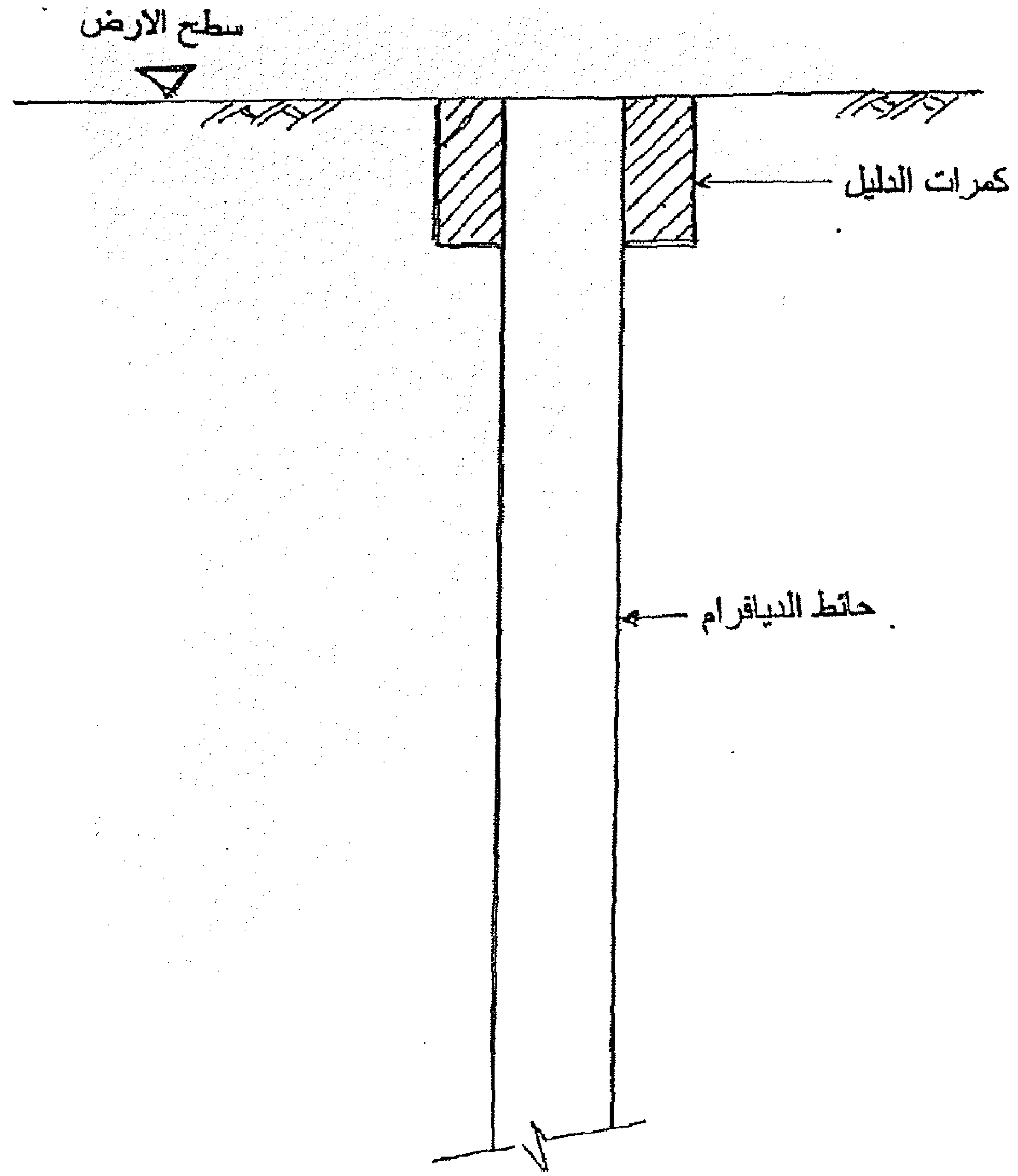
تأخذ حوائط الديافرام القطاع المستطيل أو القطاع الدائري وينفذا بطريقة واحدة .

تنفيذ حوائط الديافرام :

التخطيط والحفر :

١ – تخطيط محور النفق ومن ثم محاور حوائط النفق .

٢ – أنشاء كمرات الدليل الخرسانية Guide Walls – شكل (١) ، وهي المحددة لحفر حوائط الديافرام، المسافة بين الكمرتين = سمك حائط الديافرام + ٥ سم . الغرض من أنشاء هذه الكمرات هو أنشاء الحوائط علي المحور تماما وكذلك تعتبر دليلا للحفارة أثناء الحفر .

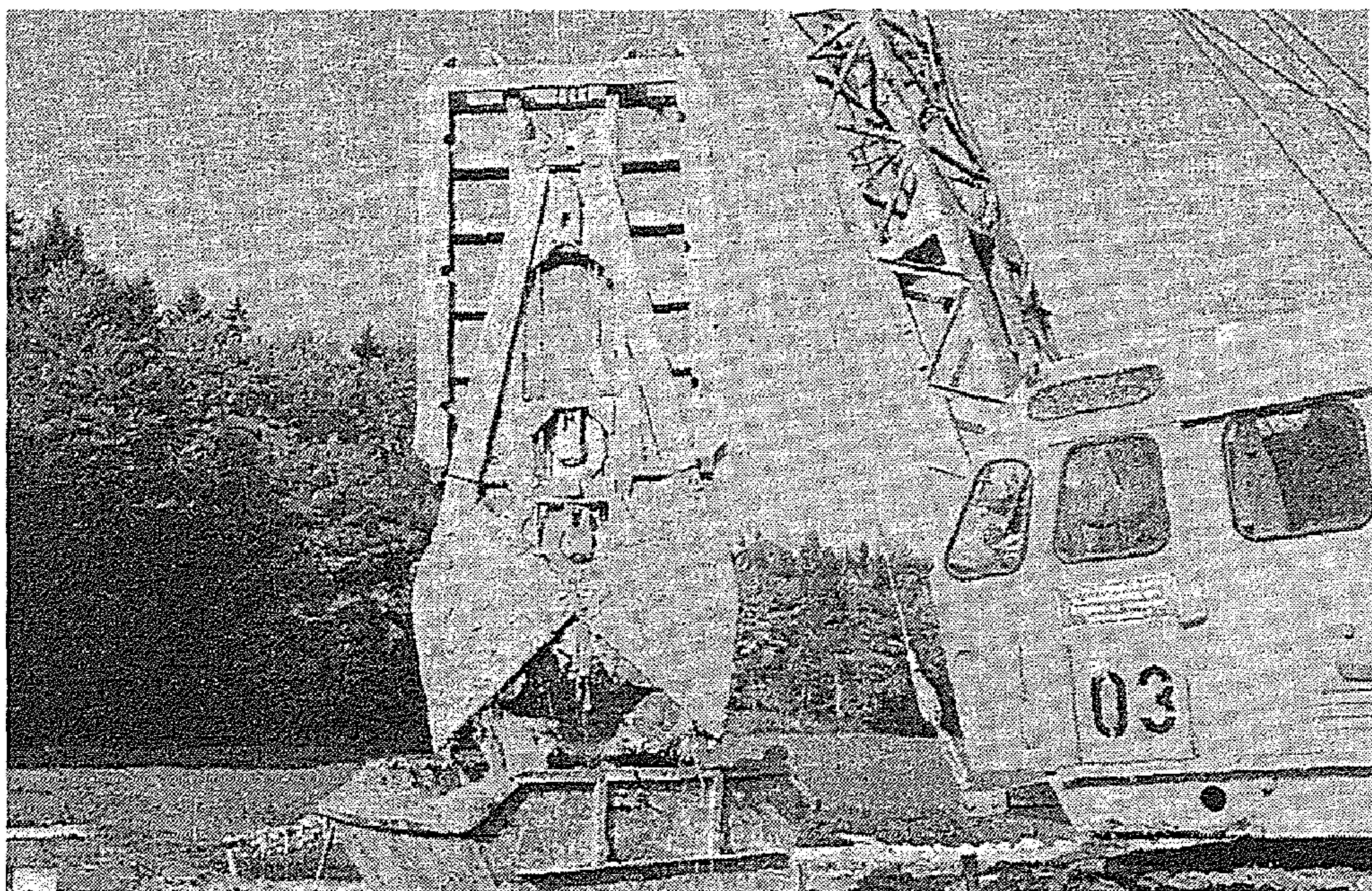


شكل (١) كمرات الدليل

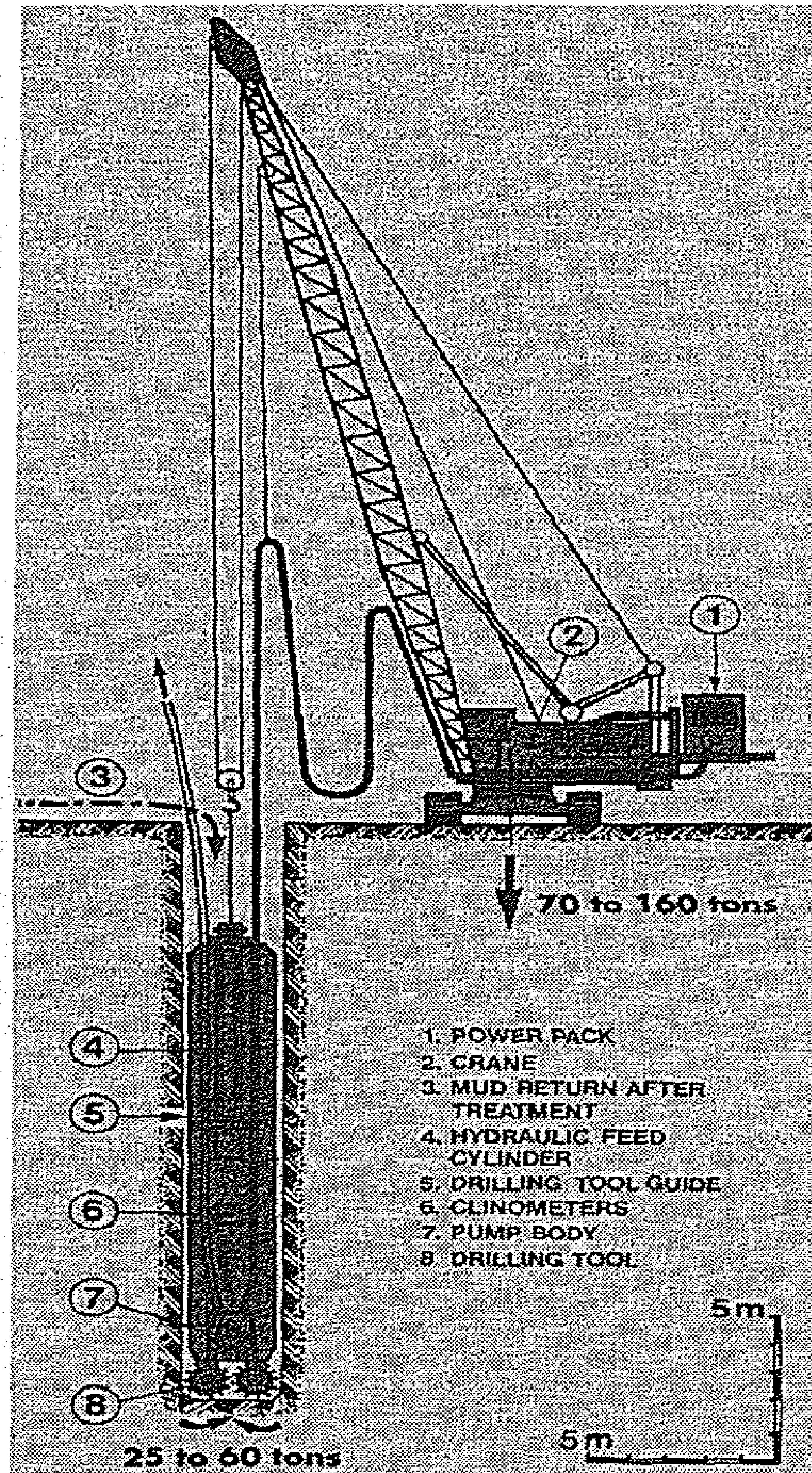
٣ - الحفر بين كمرات الدليل المدفونة بواسطة حفارة حوائط الديافرام حتي العمق التصميمي للحائط وبالعرض والسمك المطلوب - شكل (٢) . تكون حوائط الديافرام سابقة الصب وتكون في أحوال أخري مصبوبة بالموقع - (مثل حالة محطات القطارات) .



شكل (٢) حفارة الحوائط اللوحية أثناء التنفيذ – من الطبيعة



تابع شكل (٢) حفارة حوائط الديافرام (طراز آخر)



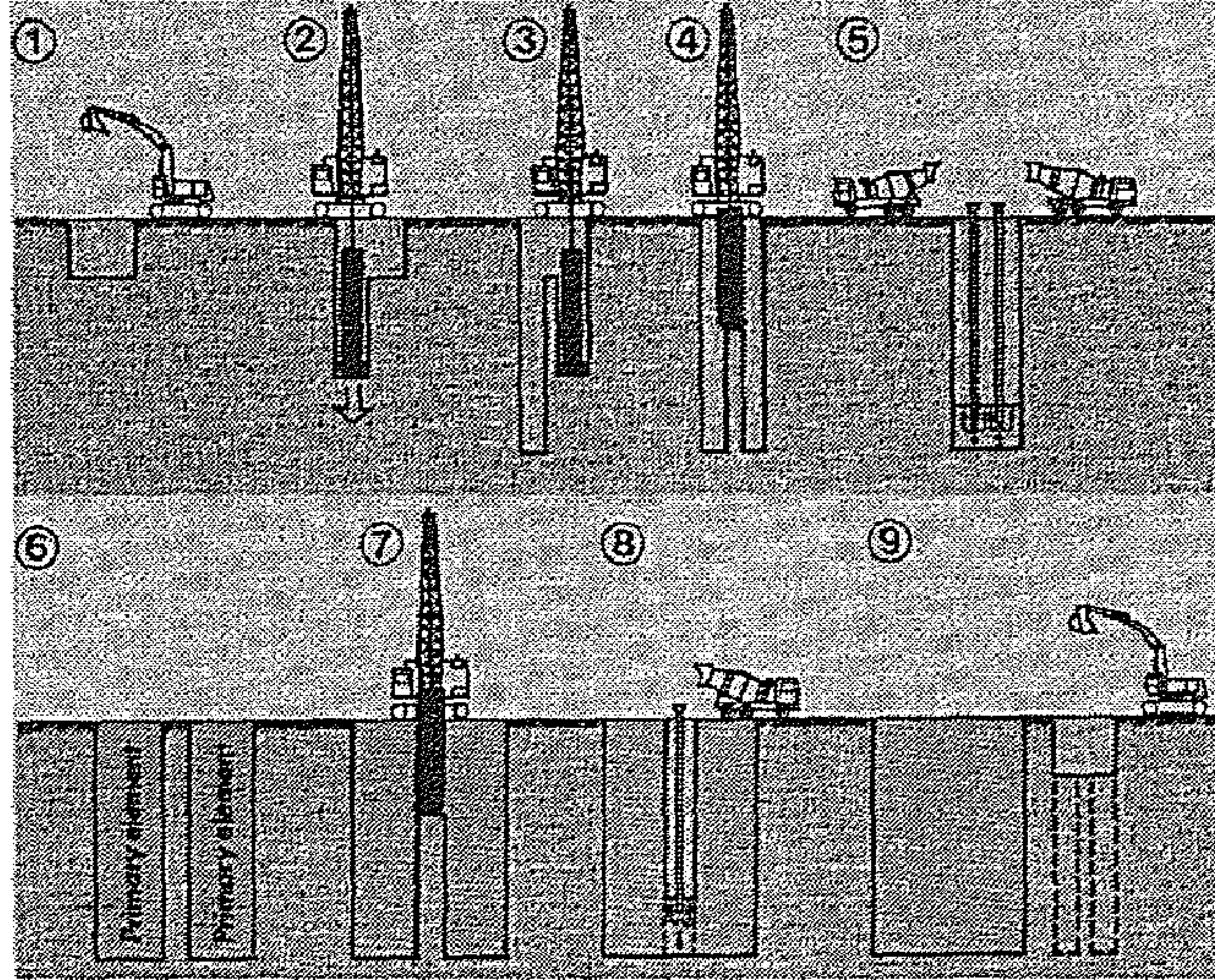
حفارة حوائط الديافرام أثناء الحفر – طراز آخر



شكل (٢) الجزء القاطع من الحفارة

تقوم الحفارة من هذا الطراز بقطع وأزالة التربة بين حوائط الدليل وذلك بمقـاس = عرض الحائط + مسافة صغيرة للخلوص .يتم دفق البيتونايت الي الحفر . ناتج الحفر مع وجود مياه أرضية يكون روبة . تضخ هذه الروبة بواسطة طلمبة الروبة الموحودة بين التروس القاطعة من أسفل . تضخ الروبة الي الخارج عن طريق خراطيم بالمعدة الي الخارج .

يلاحظ في هذه المعدة عدم الأحتياج الي ألواح النهاية المعدنية Stop End .



تابع شكل (٢) خطوات العمل في تنفيذ حوائط الديافرام

١ – وضع الدليل الخرساني – البدأ في الحفر .

٢ – الحفر بعرض الحائط الأول .

٣ – أستكمال الحفر وتعميقه .

٤ – الأنتهاء من الحفر والوصول إلى المنسوب النهائي.

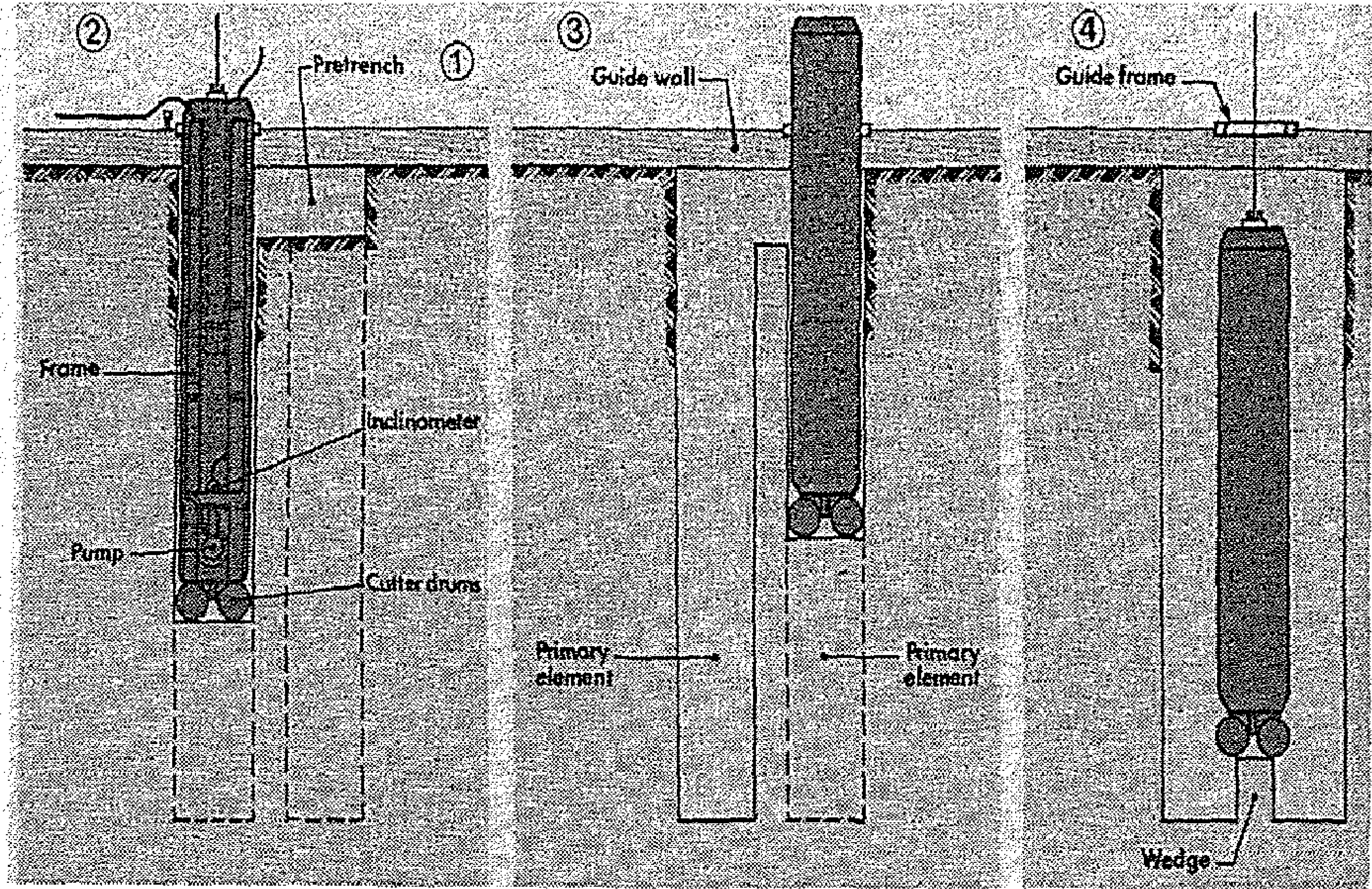
٥ – وضع حديد التسليح ثم صب الحائط الأول .

٦– حفر الحائط الثالث والتسليح ثم الصب .

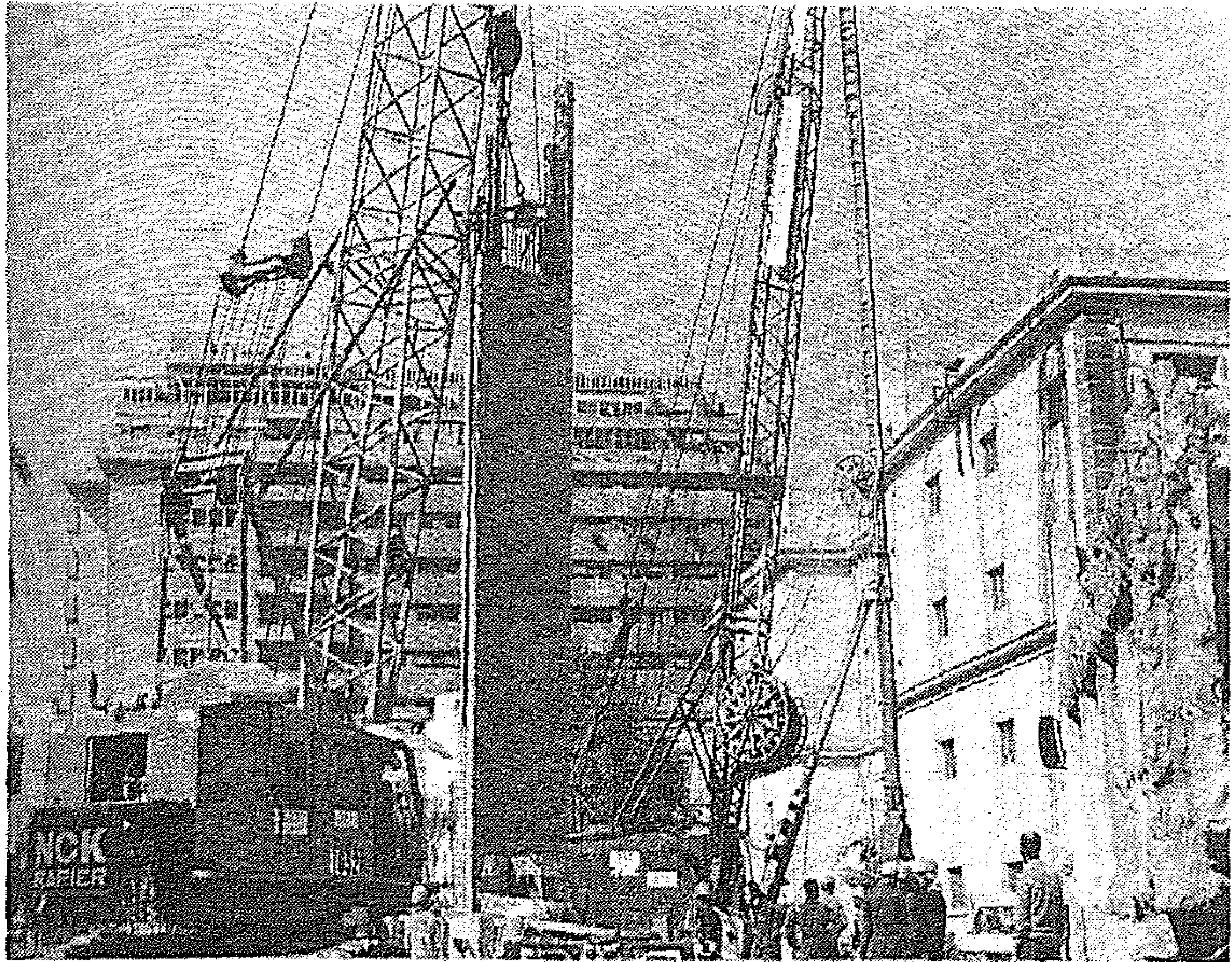
٧ – حفر الحائط الثاني (بعد فترة كافية تتصلد فيها الخرسـانة للحـائط الأول والثالث) حتي المنسوب المطلوب .

٨ – تسليح ثم صب خرسانة الحائط الثاني .

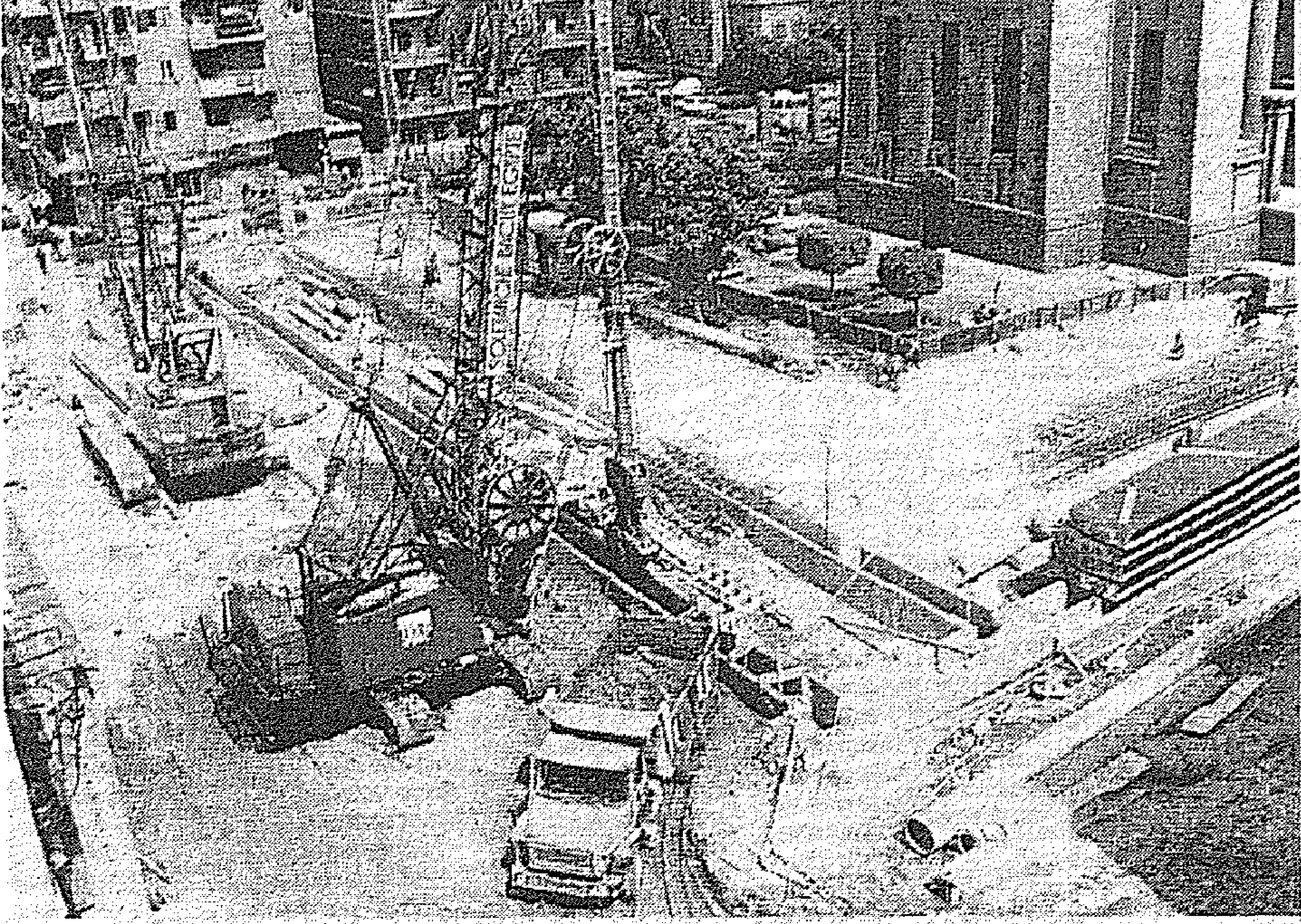
٩ - الأستمرار في تنفيذ باقي المنشأ بنفس الطريقة .



تابع شكل (٢) تفاصيل تتابع أعمال تنفيذ حائط الديافرام



تابع شكل (٢) حائط ديافرم سابق الصب - مترو أنفاق القاهرة - المرحلة أولي



تابع شكل (٢) أنشاء حائط الديافرام

(مصبوب بالموقع) – مترو أنفاق القاهرة – ميدان سعد غلول

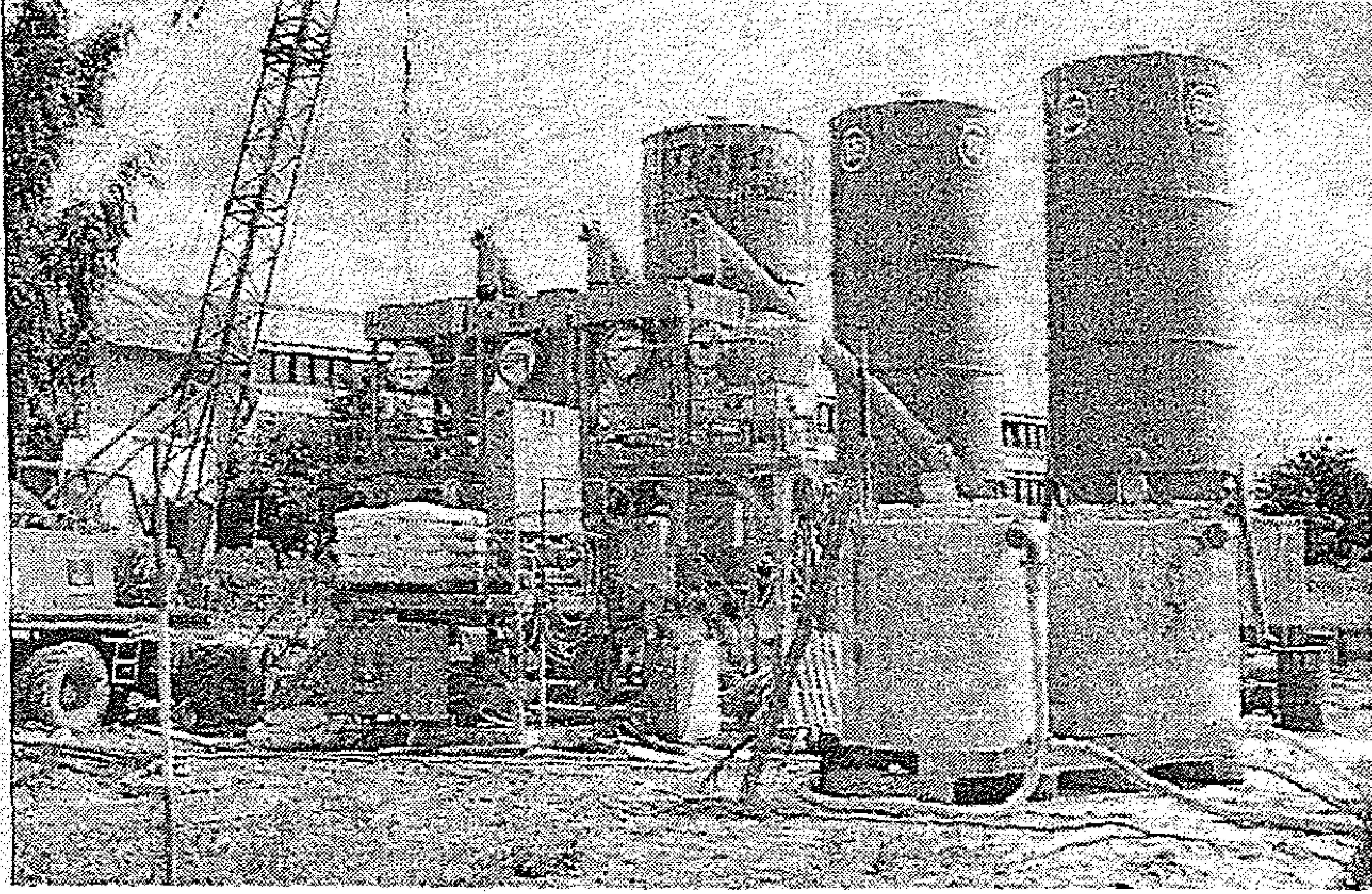
خلط وتجهيز ودفق مستحلب البنتونايت :

البنتونايت : هو طفلة مطحونة الي درجة نعومة فائقة . تخلط بالماء ليصبح مستحلب (مثل الطحينة) – وظيفة هذا المستحلب هو صلب جوانب الحفر العميق (مثل الخوازيق أو حوائط الديافرام) ، والضغط علي جوانب التربة والمحافظة عليها من الأنهيار عن طريق دفقها داخل قطاع الحفر حتي سطح الأرض (قبل تسليح الحوائط) حيث تعطي ضغطا يقاوم (الي حد كبير) أنهيار التربة .

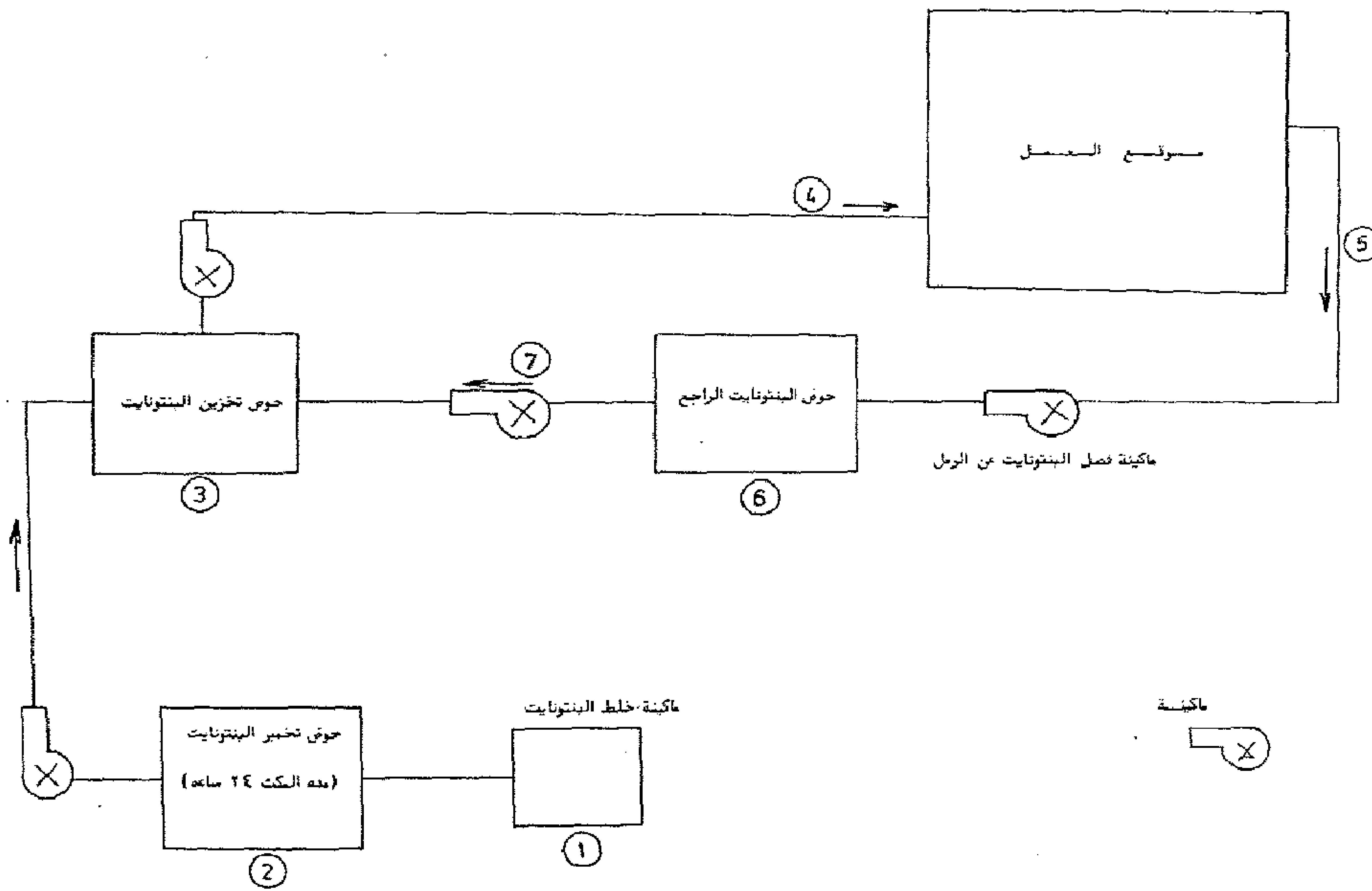
ولا تأثير لهذا المستحلب علي الخرسانة التي يتم صبها – شكل (٣) .

١ – يتم دفق البنتونايت الي الحفر حتي يحافظ علي جوانب الحفر من الأنهيار . يفضل سرعة أنجاز صب الخرسانة و نهو العمل بالحائط وعدم تركه وقتا طويلا .

٢ – تنزيل شبكة التسليح الي الحفر – ملحومة ومزودة بقطع (البسكوت) البلاستيك = ٧ سم للمحافظة علي الشبكة من الألتصاق علي جانب التربة .



شكل (٣) محطة خلط البنتونايت – يمكنها ضخ خليط البنتونايت بمعدل ٥٠ متر مكعب / الساعة



شكل (٣) مخطط يبين دورة البنتونايت أثناء التنفيذ

١ – ماكينة خلط البنتونايت .

٢ – حوض تخمير البنتونايت – مدة المكث ٢٤ ساعة .

٣ – حوض تخزين البنتونايت .

٤ – موقع العمل (حائط الديافرام) .

٥ – عودة الخليط مع فصل الرمال عن البنتونايت .

٦ – حوض تخزين البنتونايت الراجع .

٧ – ضخ البنتونايت الراجع الي حوض التخزين .

صب حوائط الديافرام :

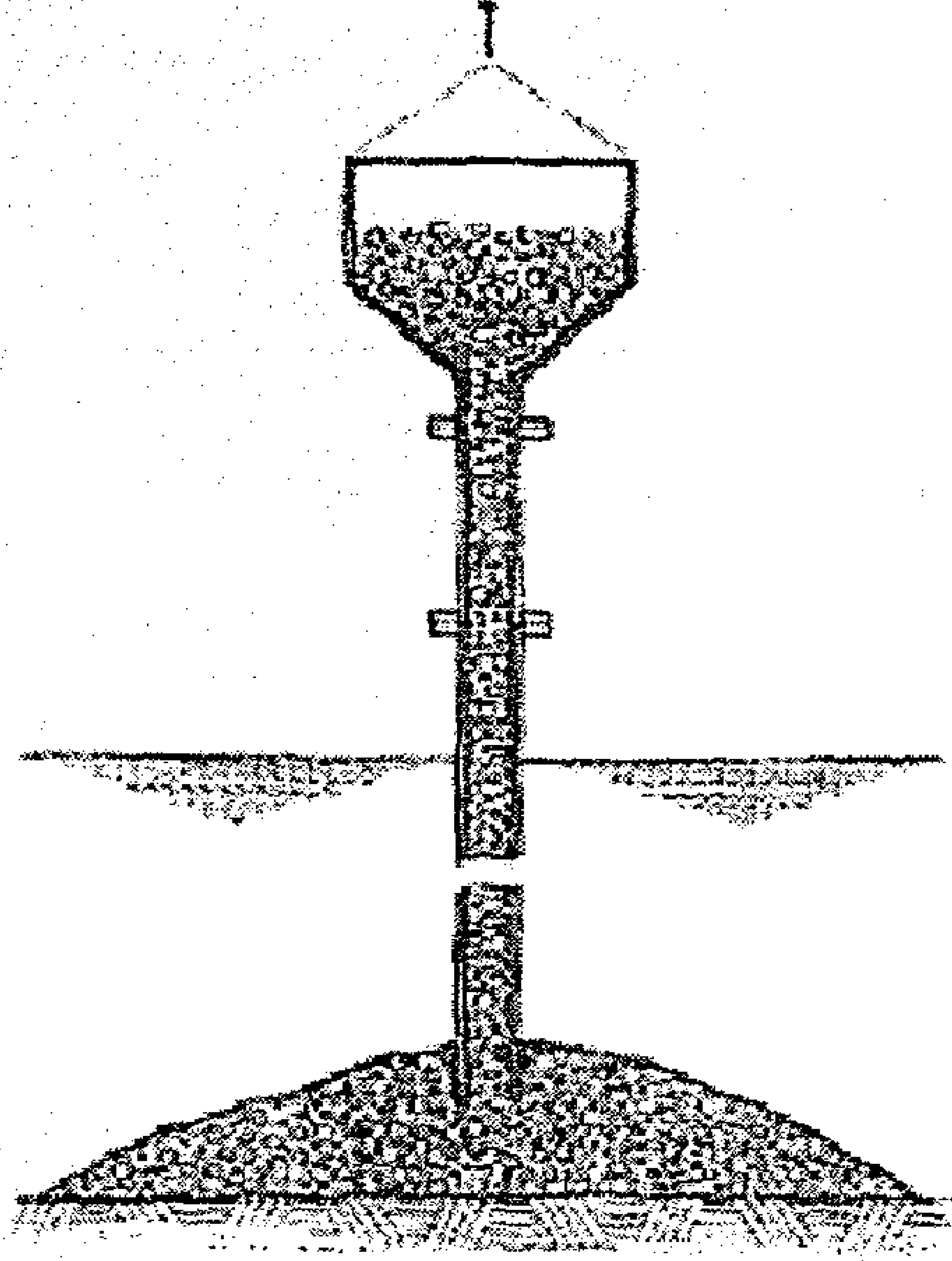
١ – صب الحائط بكامل أرتفاعه باستخدام مزراب معدني طويل و مستدير ، يبدأ من قاع الحائط وينتهي بقمع لصب الخرسانة الجاهزة (المزراب بطول الحائط) – شكل (٤) .

٢ – نبدأ الصب بحيث لا ترتفع نهاية المزراب السفلي فوق سطح الخرسانة الجاري صبها وأنما يكون مغمورا داخل الخرسانة الخضراء حوالي ١٥ سم. السبب في ذلك أنه يحتمل سقوط أتربة علي الخرسانة من جوانب التربة ولا نشاهدها ، فباستمرار الصب يرتفع منسوب الخرسانة داخل الحائط حاملا أية أتربة تكون قد سقطت علي السطح الي منسوب الأرض ثم تتم أزالتها بعد ذلك عند أمتلاء الحائط بالخرسانة . كما يتم ملء الخرسانة لأي فراغات أو تجاويف تكون قد حدثت في جوانب التربة .

٣ – بتوالي صب الخرسانة – يظهر خليط البنتونايت ويطفو ويتدفق علي السطح . يتم تجميع هذا الخليط في حوض ترسيب علي سطح الأرض ثم يعاد ضخه وأستعماله ثانية في حائط آخر توفيرا في التكاليف .

٤ – قد يكون الحفر أطول من حائط الديافرام – لذا يتم وضع لوح معدني Stop End – رأسي تماما – به نتوآت خاصة للعمل مثل الشدة في ضبط عرض الحائط أثناء الصب . هذه النتوآت تساعد علي جودة التصاق الخرسانة الجديدة بخرسانة الحائط السابق ، بالأضافة الي تحسين مقاومة الفاصل الخرساني لمياه الرشح الأرضية . يزال هذا اللوح بعد تمام تصلد الخرسانة – شكل (٥) .

٥ – من الجائز تصنيع حوائط الديافرام جاهزة في الورشة ثم نقلها بالسيارات الي موقع العمل وتنزيلها في مكانها بواسطة الرافع – مشروع مترو الأنفاق – المرحلة الأولي .



شكل (٤) رسم توضيحي لصب الخرسانات لحوائط الديافرام – يري نهاية القمع مدفونة أسفل سطح الخرسانة طوال عملية الصب

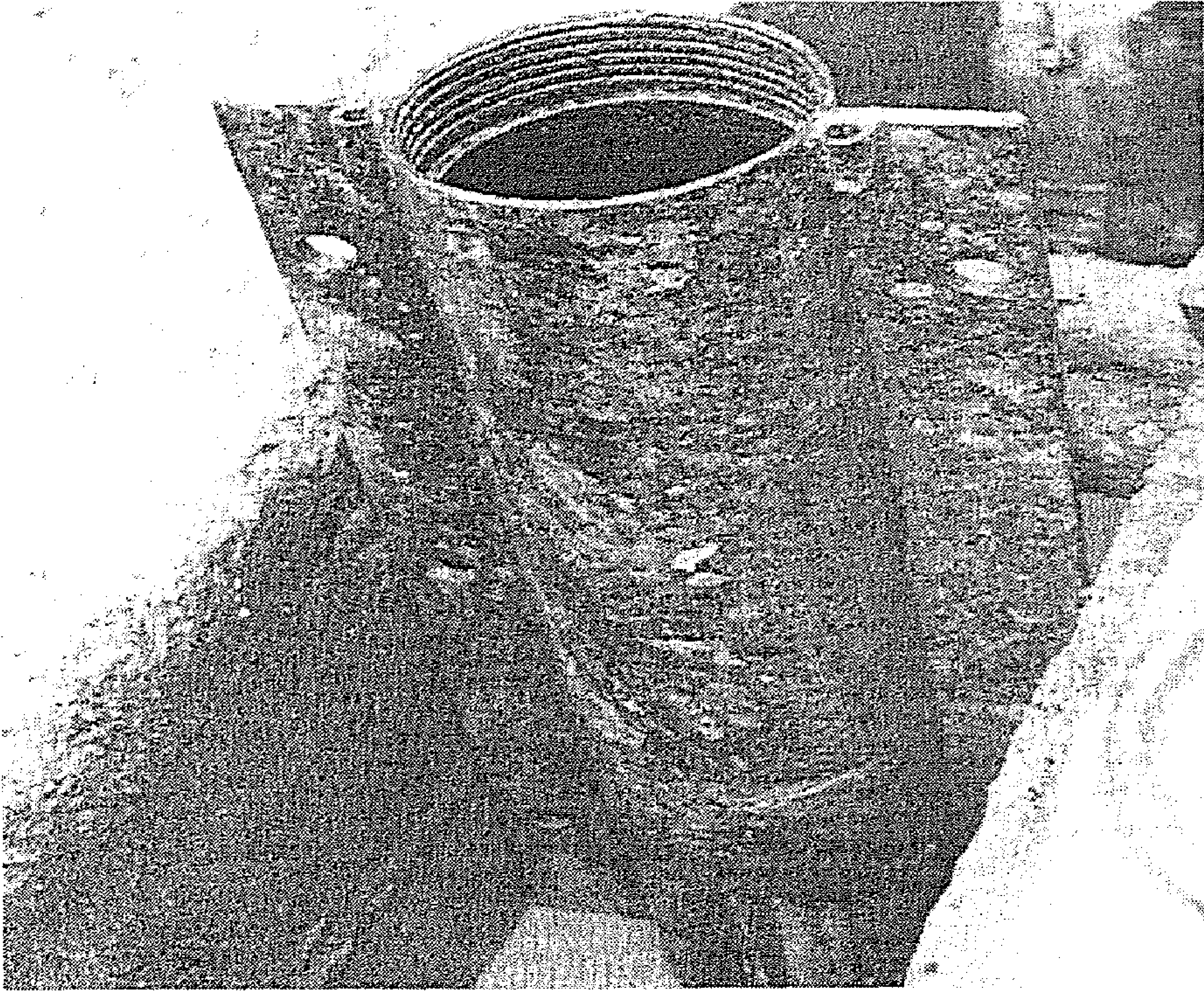


تابع شكل (٤) صب الخرسانة داخل القمع المعدني (للمزراب) للأنشاءات العميقة

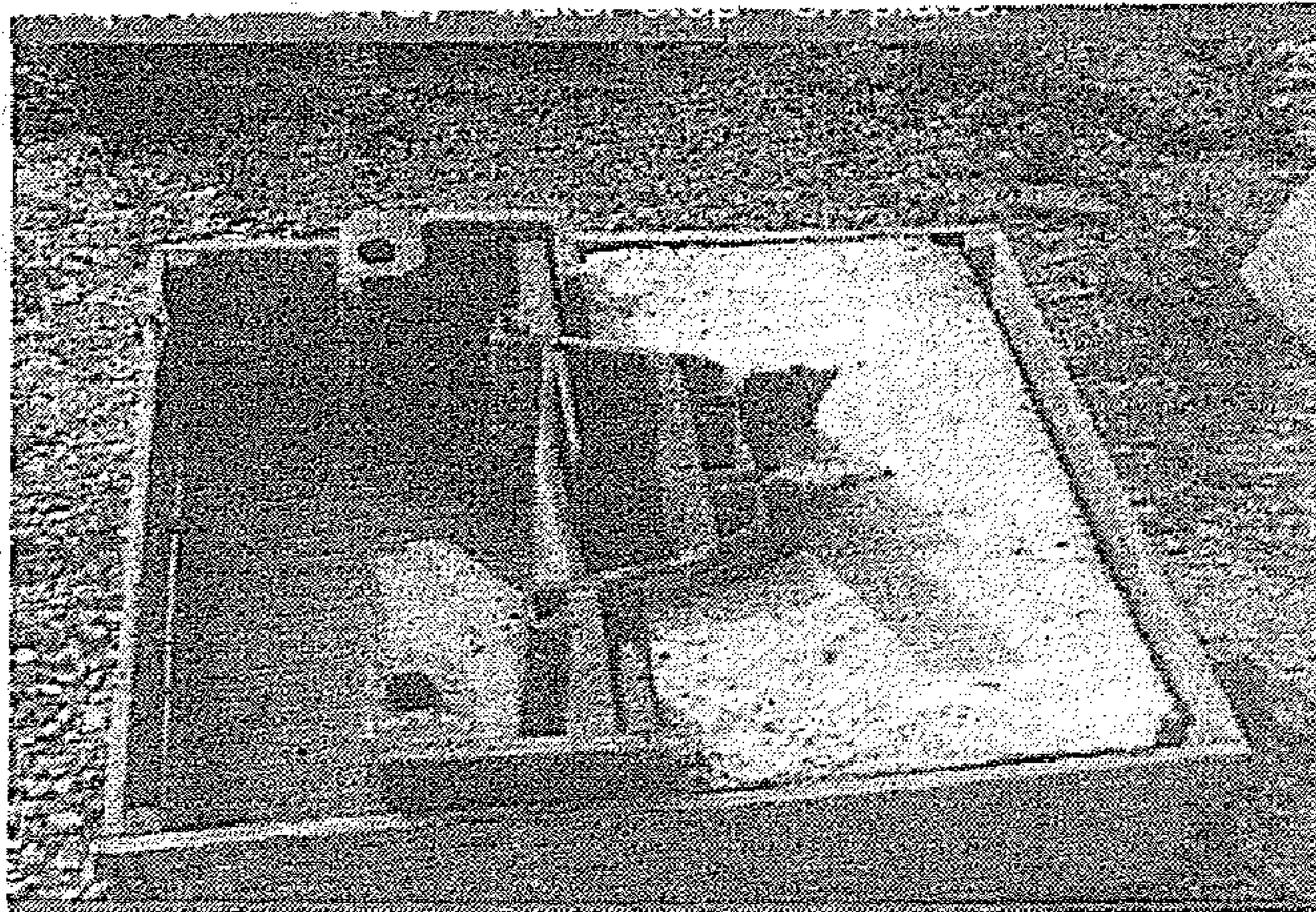
الأحتياطات الواجب مراعاتها أثناء صب الحوائط العميقة تحت الماء .

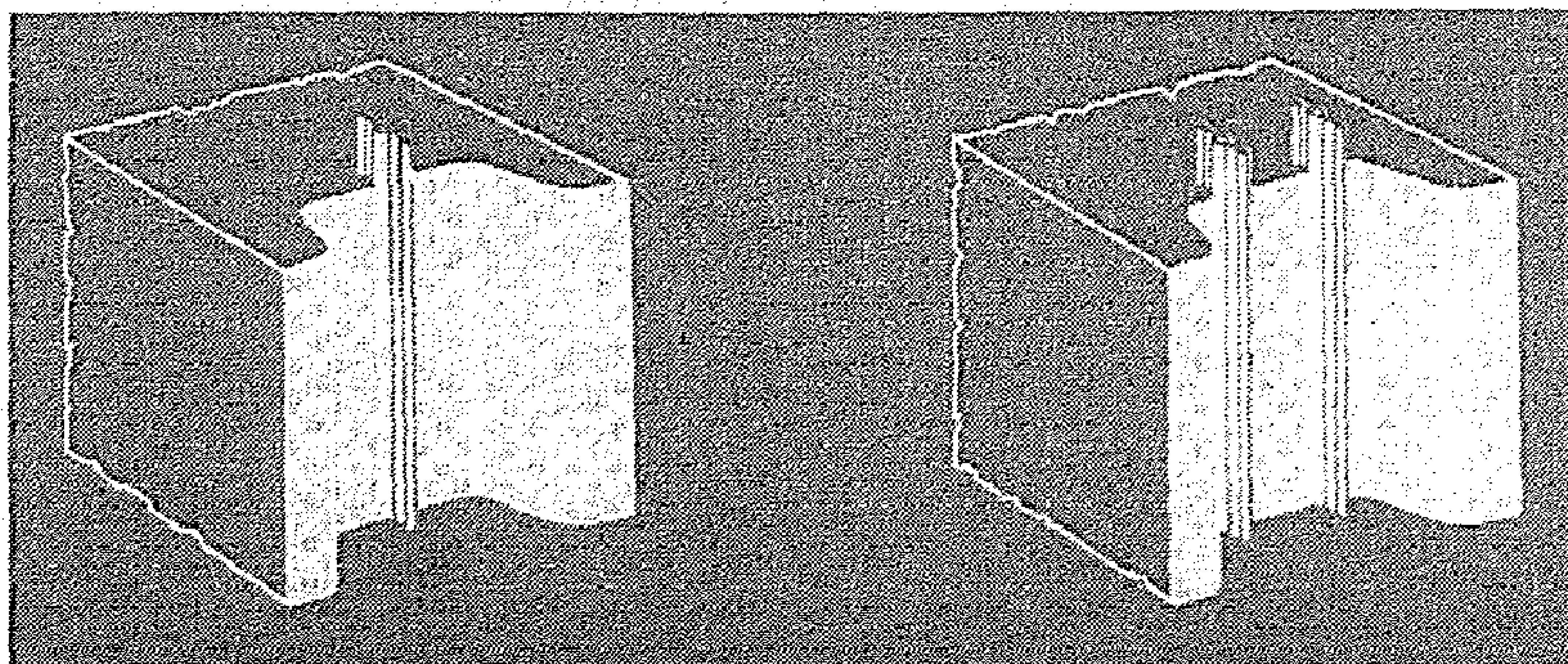
تكون نهاية ماسورة مزراب الصب تحت المياه مغمورة في الخرسانة في حوائط الديافرام العميقة أو الخوازيق – ولهذا أهمية قصوي ، والمزراب عبارة عن قمع

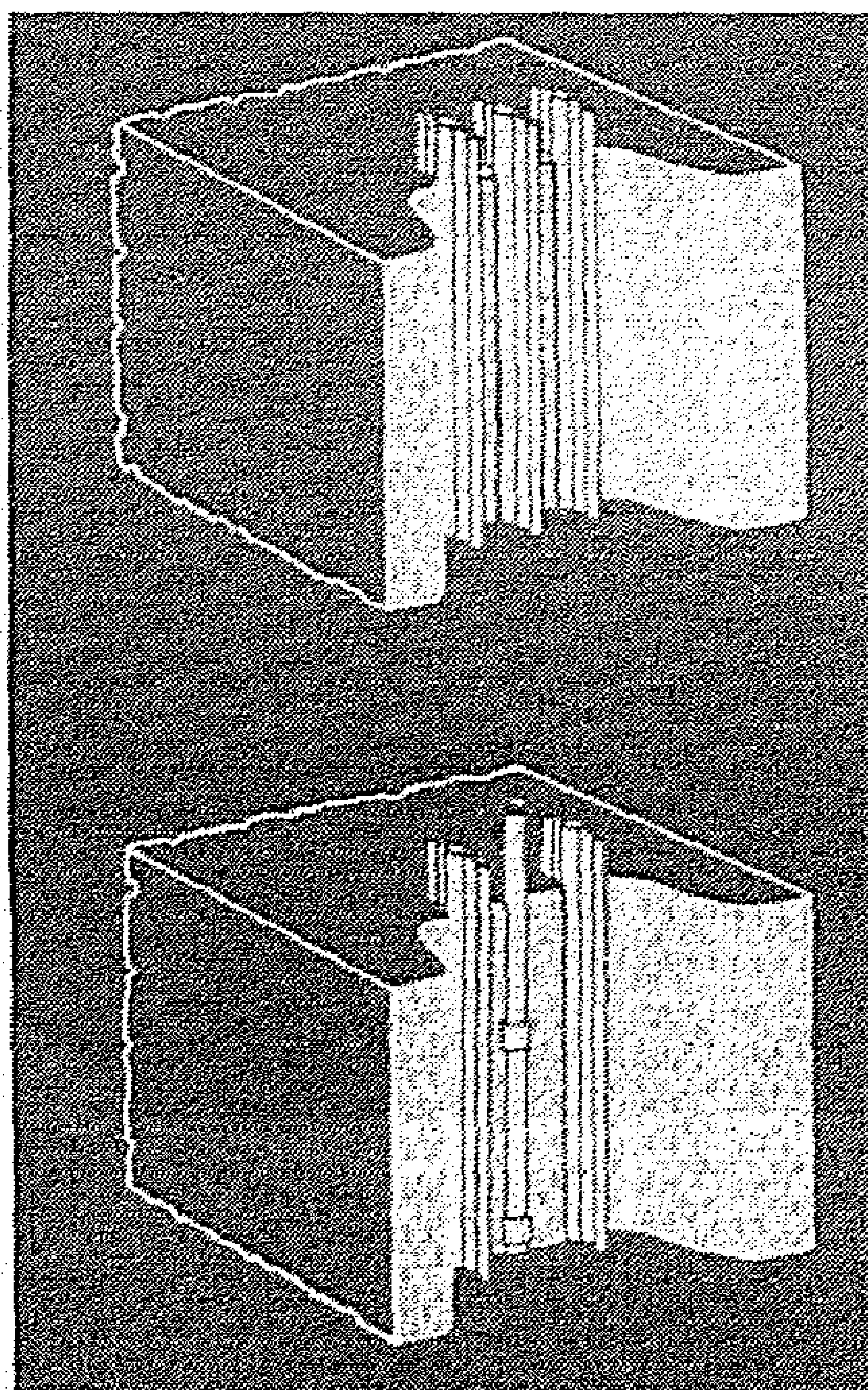
علوي يعلق في الرافع وتعلق به قطع مواسير مقلوظة من الجانبين قطر ٢٠ سم وطول ٢ متر – شكل (٤) . يتم تركيب وصلات مواسير المزراب مع بعضها بالرافع حتي تصل الي نهاية الحفر . يتم تركيب القمع ليستقبل الخرسانات من الدمبر أو سيارة نقل الخرسانة . مع توالي الصب ، قد يحدث ظهور خرسانة خضراء في القمع أثناء الصب. يدل ذلك علي أعاقة وصول الخرسانة إلي أوطي نقطة وأنها محبوسة بالمزراب . نوقف عملية الصب لثواني معدودة ثم يتم رفع المزراب ١٠ سم بالرافع (ونهاية ماسورة المزراب لا تزال مغمورة في الخرسانة) فتتدفق الخرسانة وتهبط من خلال المزراب لتملا قطاع الحائط ثم يستأنف الصب مرة أخري وهكذا .



شكل (٥) لوح النهاية المعدني Stop End – يأخذ عدة أشكال حسب الشركة المنفذة







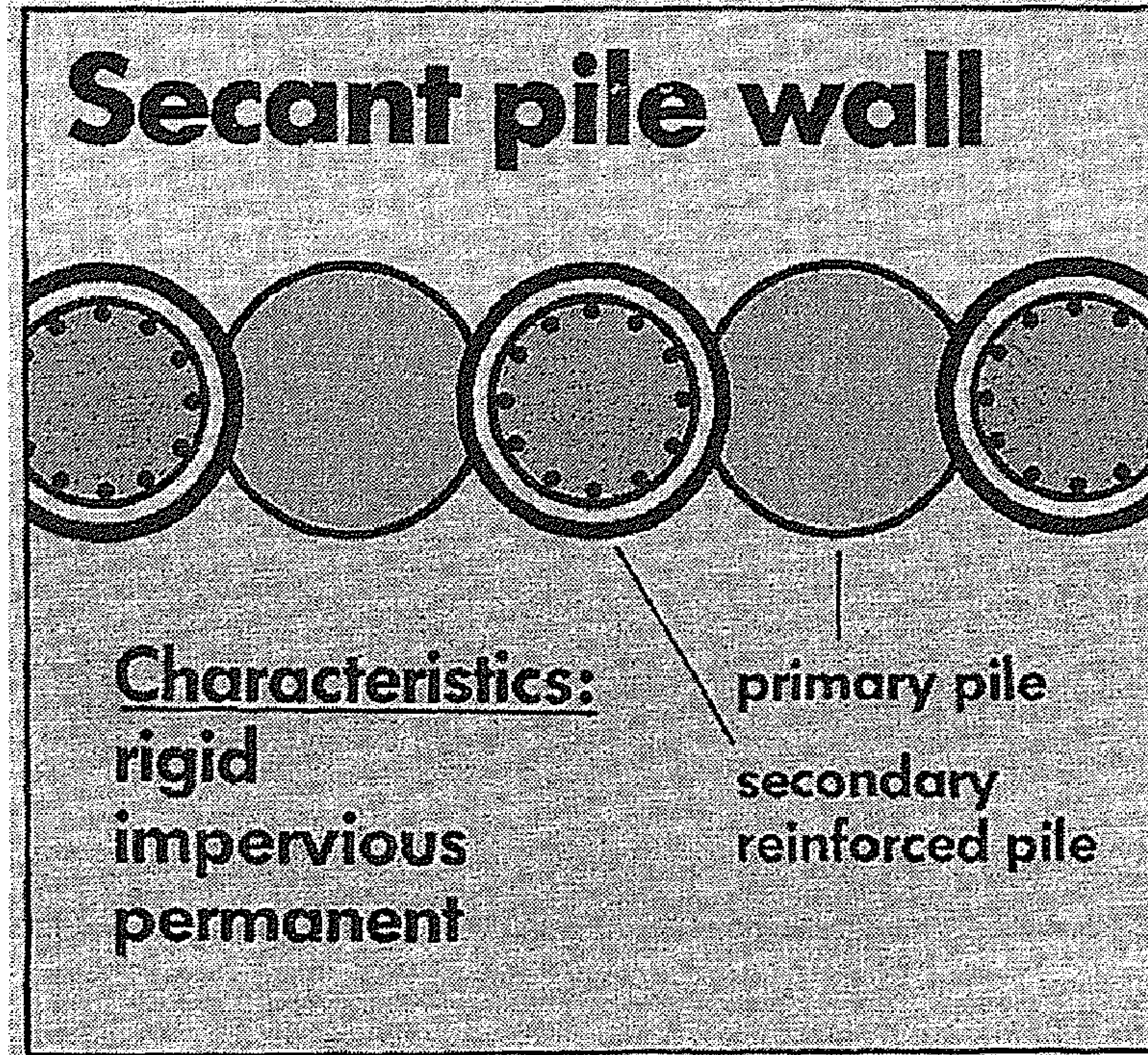
تابع شكل (٥) لوح النهاية المعدني **Stop End**

سمك حائط الديافرام الخرساني (سم)	٥٠	٦٠	٨٠	١٠٠	١٢٠
سمك حائط النهاية المعدني (سم)	٤٦	٤٦	٧٤	٧٤	٩٤

تنفيذ حائط الديافرام من الخوازيق المتماسة :

١ – تخطيط و تنفيذ كمرات الدليل .

٢ – حفر الخوازيق المكونة لحائط الديافرام و تكون كلها من الخرسانة المسلحة . يكون تصميم الخوازيق من كابولي بسيط Simple cantilever أو من خوازيق مزودة بشدادات خلفية أو تزود بدكم داخلية Struts حسب التصميم . تطبق طريقة تنفيذ هذه الخوازيق متماثلة تماما مع طريقة تنفيذ حوائط الديافرام . تعمل هذه الخوازيق مثل الحائط الساند وتكون هذه الخوازيق تكون جزء من جسم حائط النفق – شكل (٦) .



شكل (٦) قطاع أفقي للخوازيق المتماسة – تستخدم كحائط ساند لمداخل ومخارج الأنفاق

٣ – الحفر في قطاع المنشأ أو النفق حتي المنسوب المطلوب مع عمل الطرق التنفيذية اللازمة لمقاومة المياه الجوفية (إن وجدت) .

٤ – تنظيف سطح الخوازيق من الطين العالق بالجسم وذلك بواسطة الرمالة Sand plast . في حالة وجود رشح مياه أرضية بين جسم الخوازيق ، يتم عمل حقن وعلاج لنقاط الرشح .

٥ – عمل وتنفيذ العزل اللازم للحوائط أو الخوازيق ضد مياه الرشح (إن وجدت).

٦ – صب الخرسانة العادية طبقا للرسومات والناسيب التصميمية .

٧ – في منسوب الأرضية ، تكون الخوازيق مزودة بأشارات حديد تسليح مماثلة لحديد التسليح ببلاطة الأرضية ومدفونة بالخرسانة . نبدأ في أزالة الغطاء الخرساني من جسم الخوازيق في منسوب البلاطة فقط ، ثم يتم فرد أشارات حديد التسليح الموجودة بالخازوق وفردها علي الأرضية المسلحة للنفق لتتشابك مع تسليح الأرضية .

٨ – نصب خرسانة الأرضية .

٩ – تعمل شدة نجارة رأسية أمام أسطح الخوازيق بمسافة ١٠ – ١٥ سم ليكون الحائط من الداخل مستويا تماما.

١٠ – تجري عمليات التشطيبات النهائية للنفق .



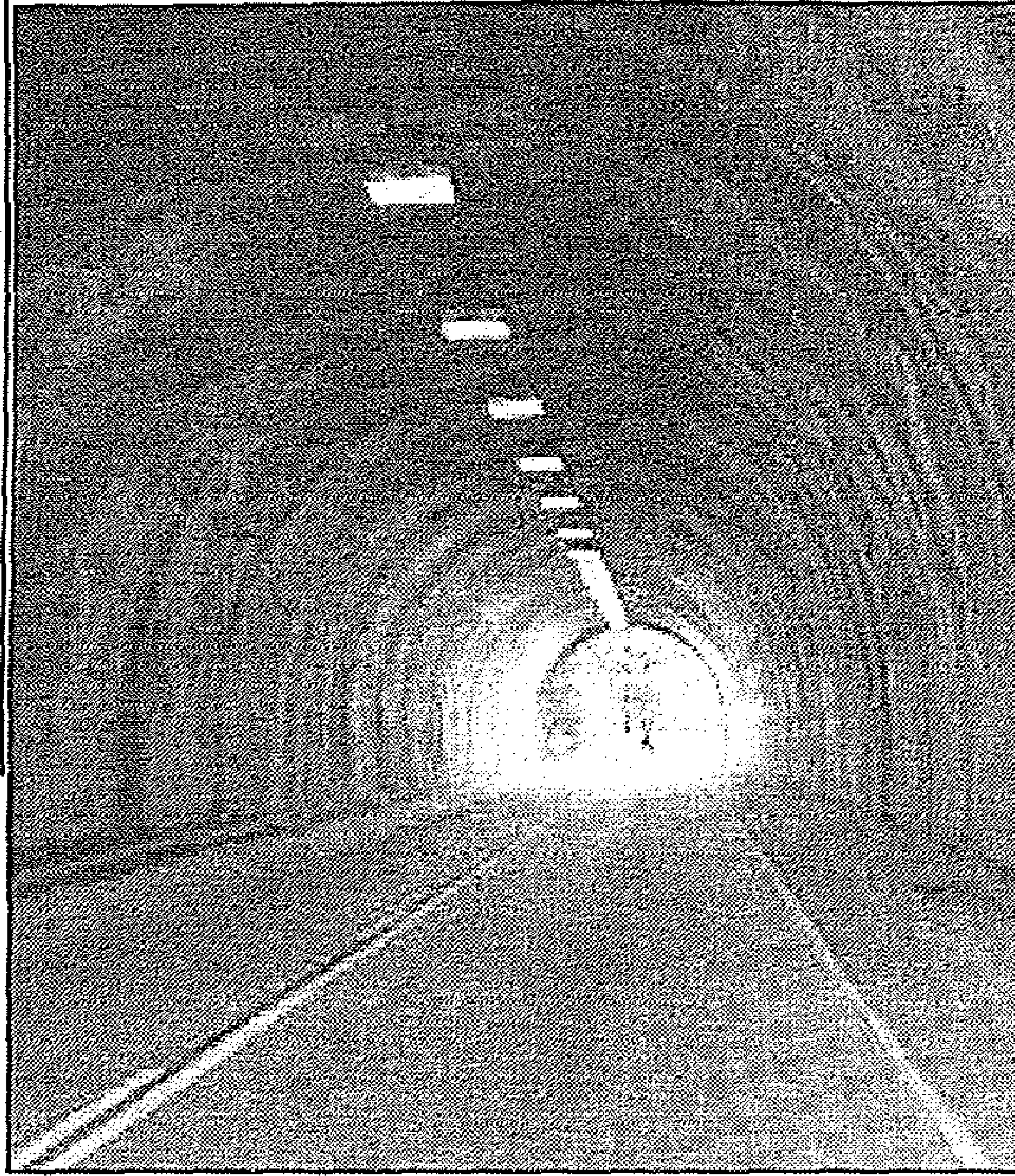
Berka pumping station - diaphram walls

شكل (٦) محطة طلمبات رفع مياه الصرف الصحي أثناء الأنشاء بمنطقة أرض البركة – القاهرة منفذة بواسطة حوائط ديافرام من خوازيق متماسة

المراجع

١ – مشروع مترو أنفاق القاهرة – المرحلة الأولي .

٢ – معهد التدريب الفني والمهني – شركة المقاولون العرب .



الباب الثالث

أنفاق الحفر المكشوف
CUT AND COVER TUNNELS

الأنفاق بالحفر المكشوف

CUT AND COVER TUNNELS

تقديم :

يعتبر هذا النظام أكثر أقتصادا من أنظمة أنشاء الأنفاق بالطرق الأخري ويمتاز بالآتي:

١ – سهولة التنفيذ والأنشاء .

٢ – أقل تكلفة من باقي انواع الأنفاق .

وخير مثال للأنفاق بالحفر المكشوف هو مشروع مترو أنفاق القاهرة– المرحلة الأولي.

كما أن من عيوبه :

١ – تعطيل المرور في كامل مسار النفق مدة الأنشاء .

٢ – تدمير البنية الأساسية في موقع النفق من طرق و مواسير وكابلات وأضطرار السلطات الي أعادة أنشاء هذه المرافق في أماكن أخري وبتكاليف باهظة .

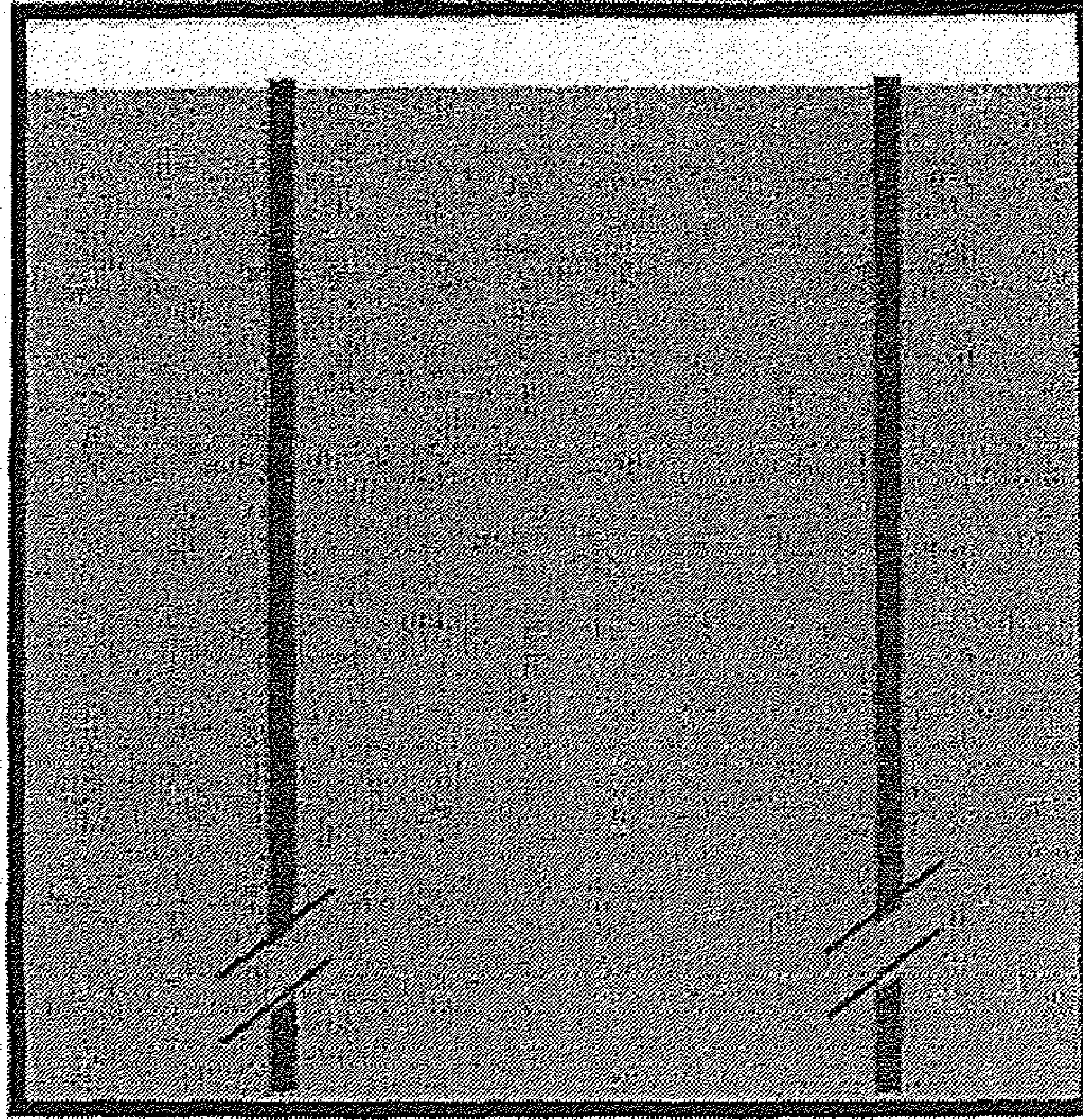
٣ – تكلفة أعادة الرصف مكان أنشاء النفق .

الخطوات التحضيرية لبدء العمل :

١ – البدأ في تحويل المرافق المتعارضة مع مسار النفق من طرق ومواسير وكابلات و أرصفة وحدائق ...

٢ – تحويل المسارات المرورية لمسارات بديلة .

٣ – عمل تحقق مساحي للعقارات المجاورة لمسار النفق Dilapidation survey يتم فيها التعرف علي حالة المنشآت والشروخ والتصدعات الموجودة بها ، بالأضافة الي تسجيل وعمل ملف لكل عقار مدونا به الموقع والحالة الأنشائية الراهنة ومواقع الشروخ (أن وجدت) وهل هذه الشروخ نشطة أم خاملة وهل هناك هبوط بالمنشأ ؟ وهل جري للمنشأ قرار تنكيس ؟ وذلك قبل البدأ في التنفيذ .



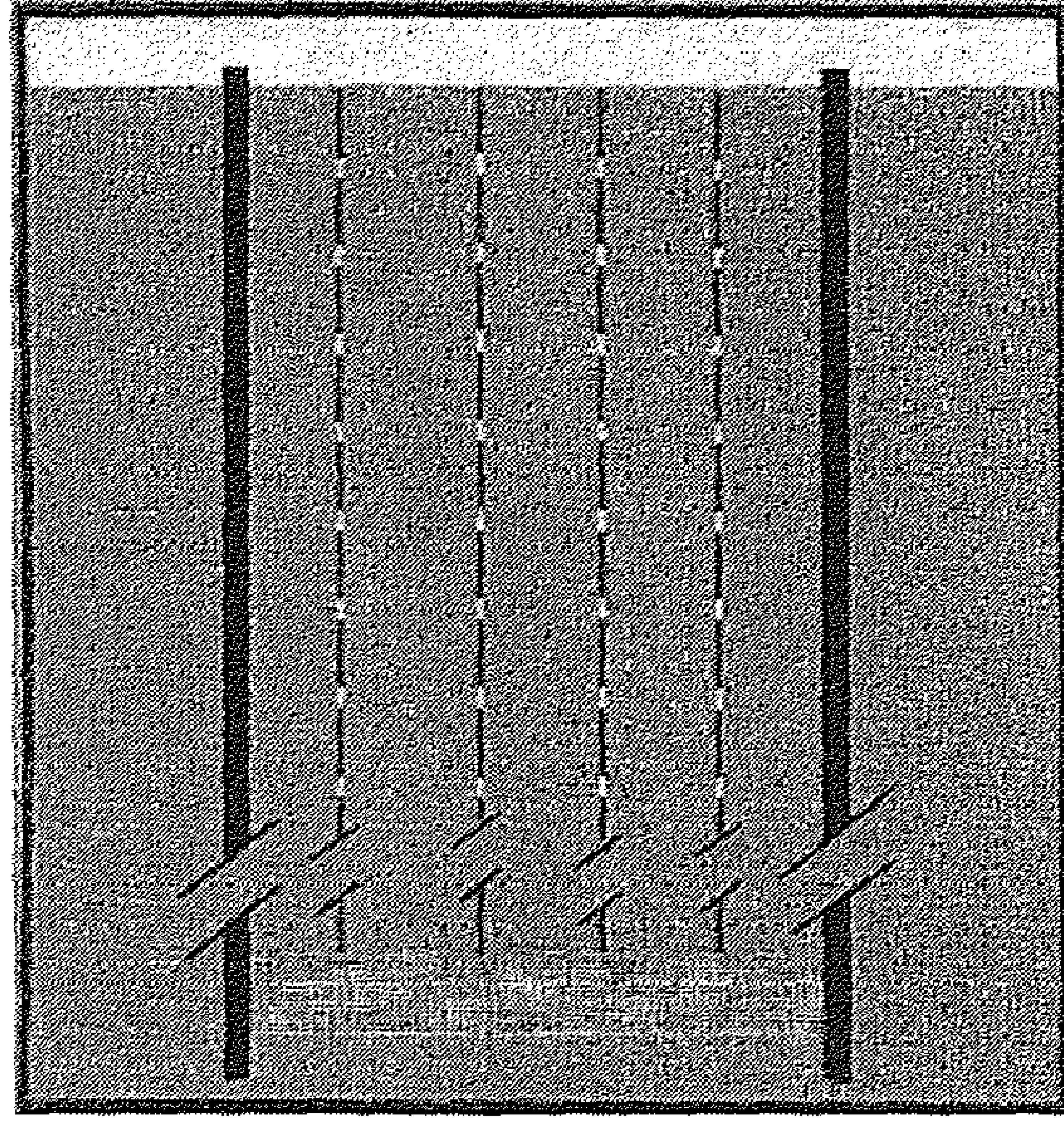
المرحلة الأولي :

١ – تحديد مسار النفق ، عمل التحويلات المرورية اللازمة وكذلك تحويل المرافق المتقاطعة مع المسار مثل مواسير المياه والمجاري والغاز وكذلك الكابلات الكهربائية والتليفونية .

٢– تحديد محور النفق ومن ثم محاور حوائط الديافرام التي تكون جسم النفق .

٣– أنشاء كمرات الدليل من الخرسانة المسلحة حول كل حائط ديافرام بقطاع (٣٠ × ١٠٠) رأسية تماما ، لضبط والسيطرة علي حفارة حوائط الديافرام Diaphragm walls وليكون قطاع الحفر مساويا تماما للوحات التصميمية – كما هو مبين . المسافة بين هذه الكمرات = سمك حائط الديافرام + ٥ سم . يرجي مراجعة الباب الثاني – حوائط الديافرام.

٤ – طول حائط الديافرام = ٥٠ متر و سمك الحائط = ١,٢ متر – عرض الحائط = ٥,٥ – ٧,٥ متر حسب الحالة . بين الحائط والتالي له شريط مانع للرشح من PVC (في حالة الحوائط سابقة الصب– مشروع مترو أنفاق القاهرة) .



المرحلة الثانية :

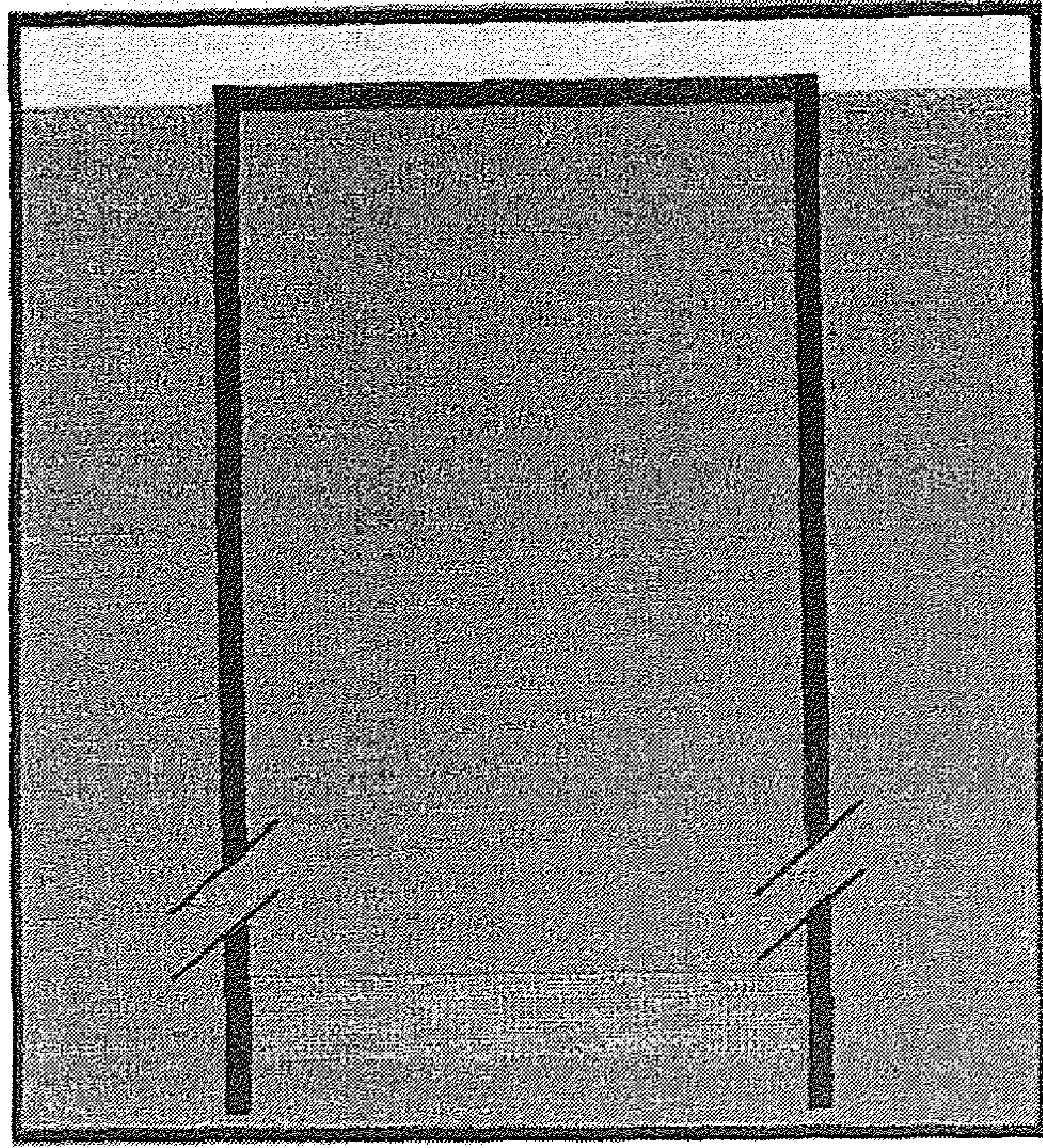
١ – الحفر بين كمرات الدليل المدفونة بواسطة حفارة حوائط الديافرام حتي العمق التصميمي للحائط و بالعرض والسمك المطلوب . تكون حوائط الديافرام سابقة الصب وتكون في أحوال أخري – خاصة – مصبوبة بالموقع – حالة محطات مترو الأنفاق .

٢ – دفق البنتونايت الي الحفر حتي يحافظ علي جوانب الحفر من الأنهيار . يفضل سرعة الصب و الأنجاز و نهو العمل بالحائط وعدم تركه أوقاتا طويلة .

٣ – تنزيل شبكة التسليح الي الحفر – ملحومة و مزودة بقطع البلاستيك (البسكوت) = ٧ سم للمحافظة علي الشبكة من الألتصاق علي جوانب التربة .

٤ – صب الحائط بكامل أرتفاعه باستخدام مزراب معدني طويل ، يبدأ من قاع الحائط وينتهي بقمع لصب الخرسانة الجاهزة (المزراب بطول الحائط) . راجع الباب الثاني (حوائط الديافرام) .

٥ – عمل ستارة من الحقن أسفل أرضية النفق الرئيسي لمقاومة مياه الرشح بصفة دائمة بسمك ٧ متر (مشروع مترو أنفاق القاهرة .. يرجي مراجعة الباب الثاني عشر (مقاومة المياه الجوفية).



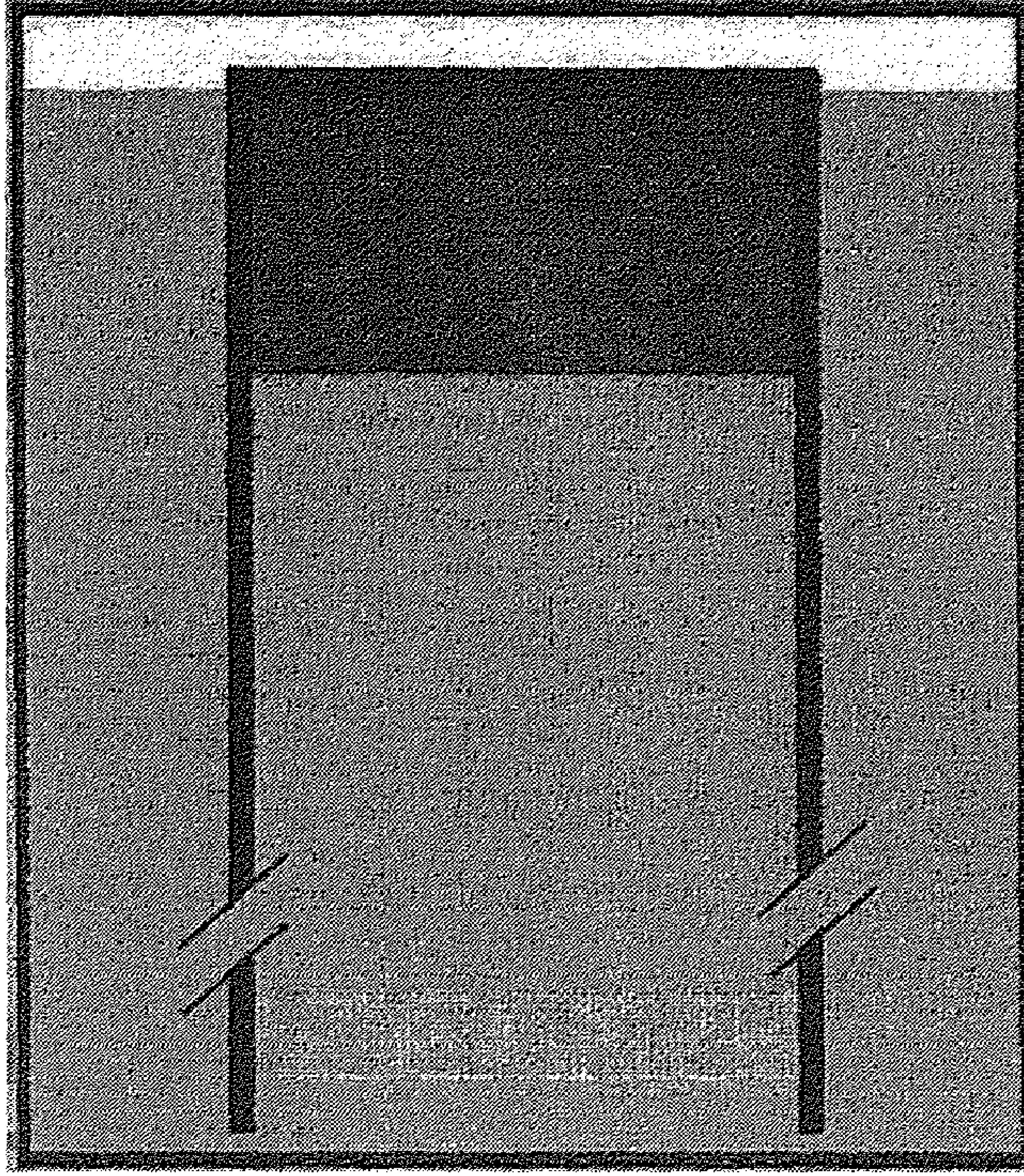
المرحلة الثالثة :

١ – الحفر من سطح الأرض حتي منسوب باطن أول سقف خرسانة مسلحة (مؤقت) في النفق .

٢ – يعمل سقف خرساني مسلح مؤقت و يعمل به فتحة (١٢ م × ١٢ م) لرفع الأتربة والمخلفات من داخل النفق وكذلك الأمداد بالمون ومواد البناء الي داخل النفق .

٣ – يفضل عمل السقف المذكور جاهز الصب (Pre cast) من كمرات جاهزة الصب ترص علي حائطي الديافرام بفاصل حوالي ٢,٥ متر ، ثم يتم رص بلاطات للسقف سمك ٨ سم من الخرسانة المسلحة سابقة الصب مع كانات حديد Dowels للرباط في السقف الأصلي تعمل كشدات مسلحة لصب البلاطة الرئيسية .

٤ – الردم والتسوية ثم الدمك ثم فتح طريق المرور أعلي السقف .



المرحلة الرابعة :

١- صب الخرسانة المسلحة للسقف .

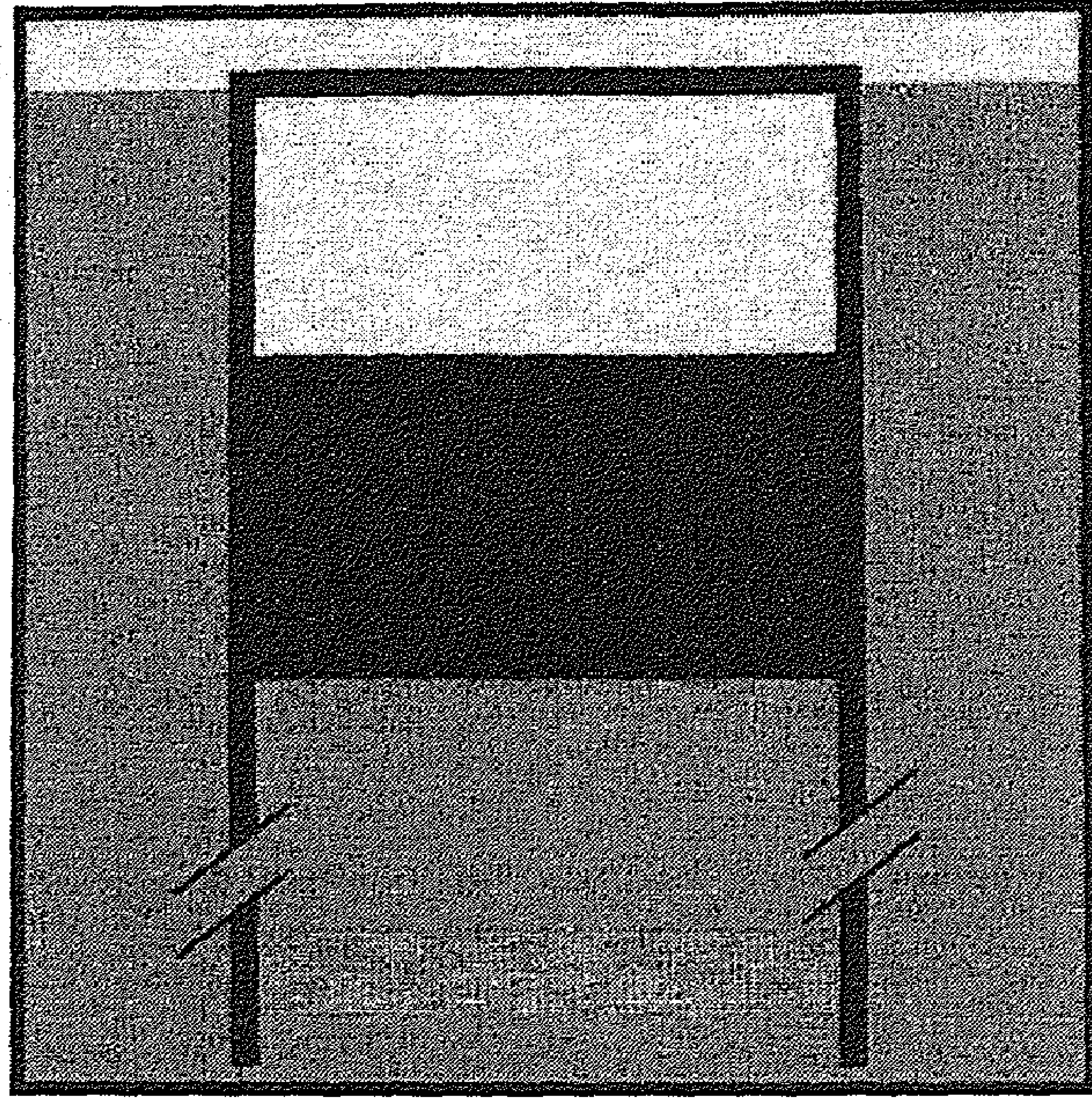
٢- الحفر داخل النفق حتي منسوب أول صف من الركائز Struts مع توالي نزح المياه .

٣- وضع وتثبيت ركائز أول صف لسند الحوائط حسب التصميم .

٤- تتم أعمال الحفر لمنسوب حصيرة الأرضية.

٥ – وضع السنادات (الدكم - Struts (للصف الثاني

٦ – الحفر حتي منسوب أرضية النفق.

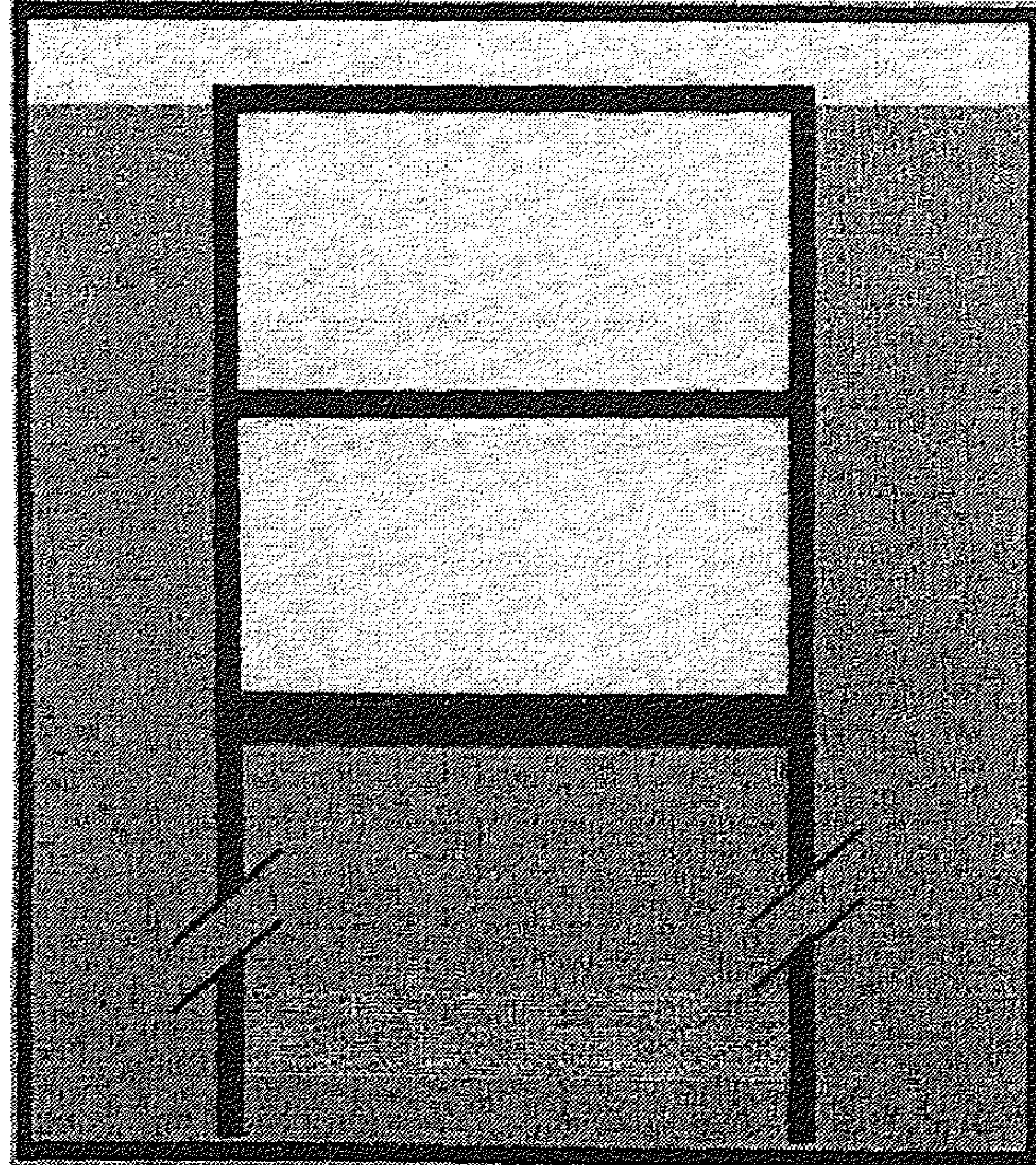


المرحلة الخامسة :

١ – الحفر حتي منسوب بلاطة الأرضية .

٢ – وضع ركائز مؤقتة لصلب الحوائط حتي أتمام تنفيذ بلاطة الأرضية .

٣ – صب الخرسانة العادية أسفل البلاطة المسلحة.

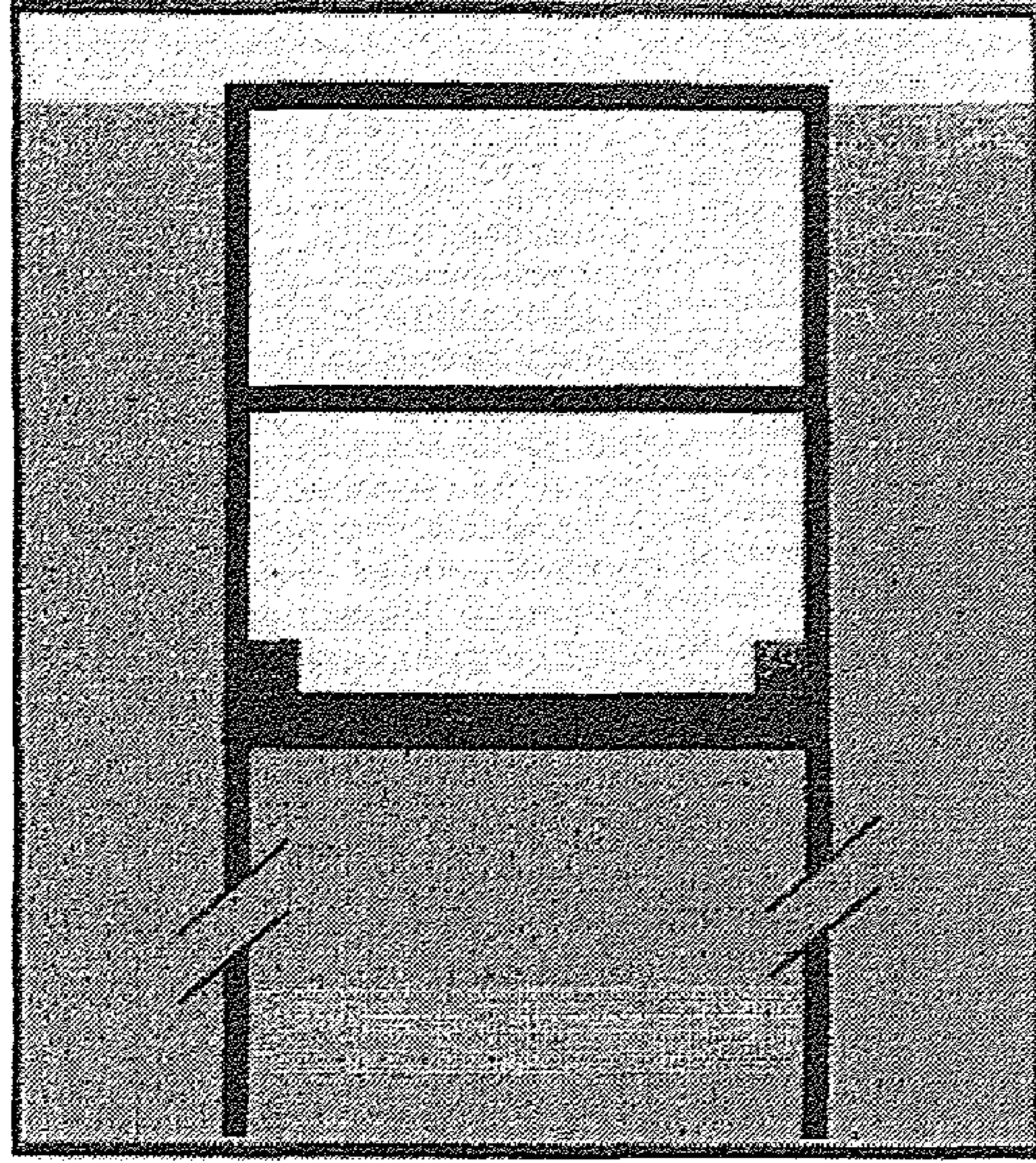


المرحلة السادسة :

١ – وضع نظام العزل اللازم للنفق .

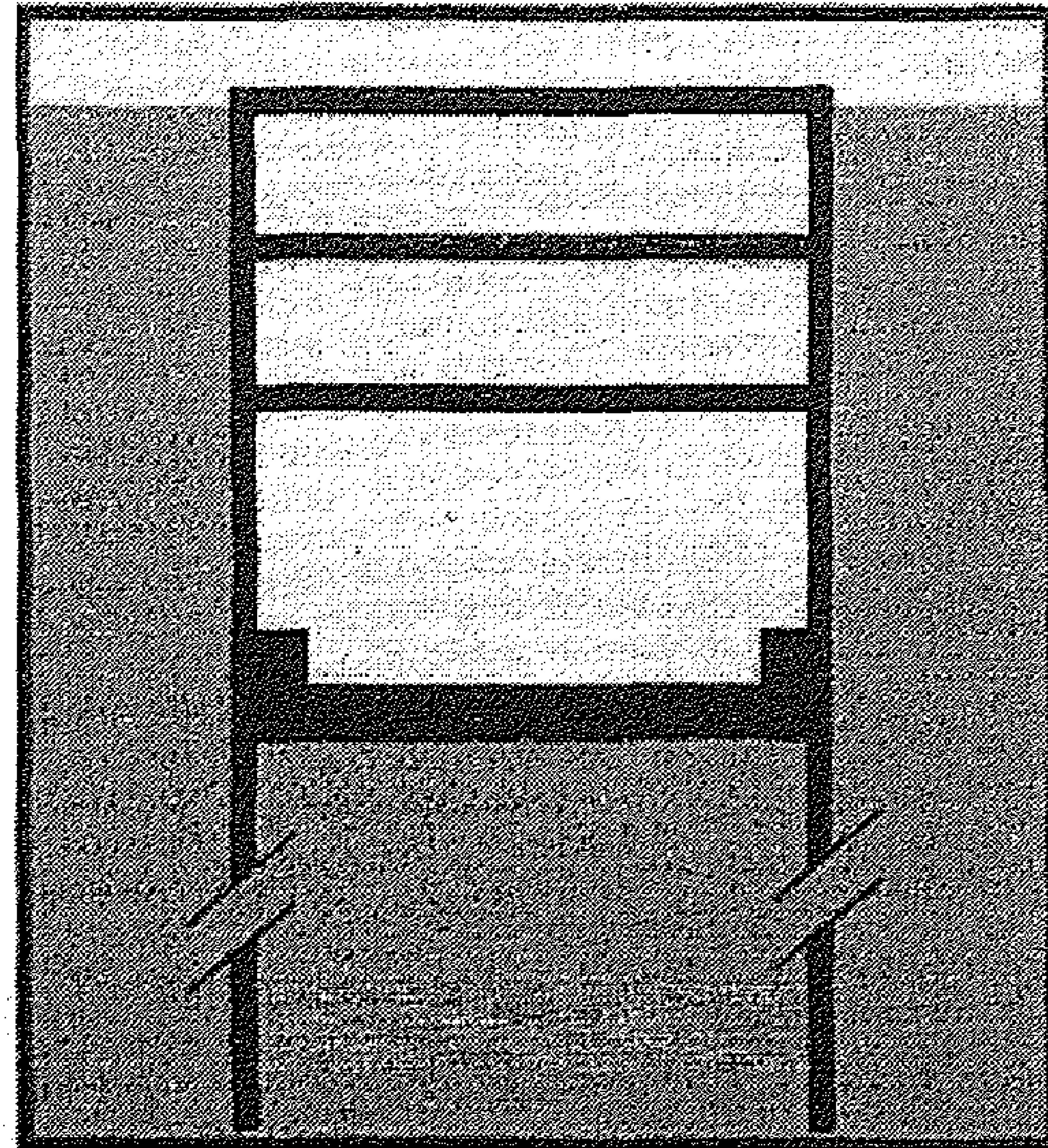
٢ – صب أرضية النفق المسلحة.

٣ – أزالة الركائز المؤقتة.



المرحلة السابعة :

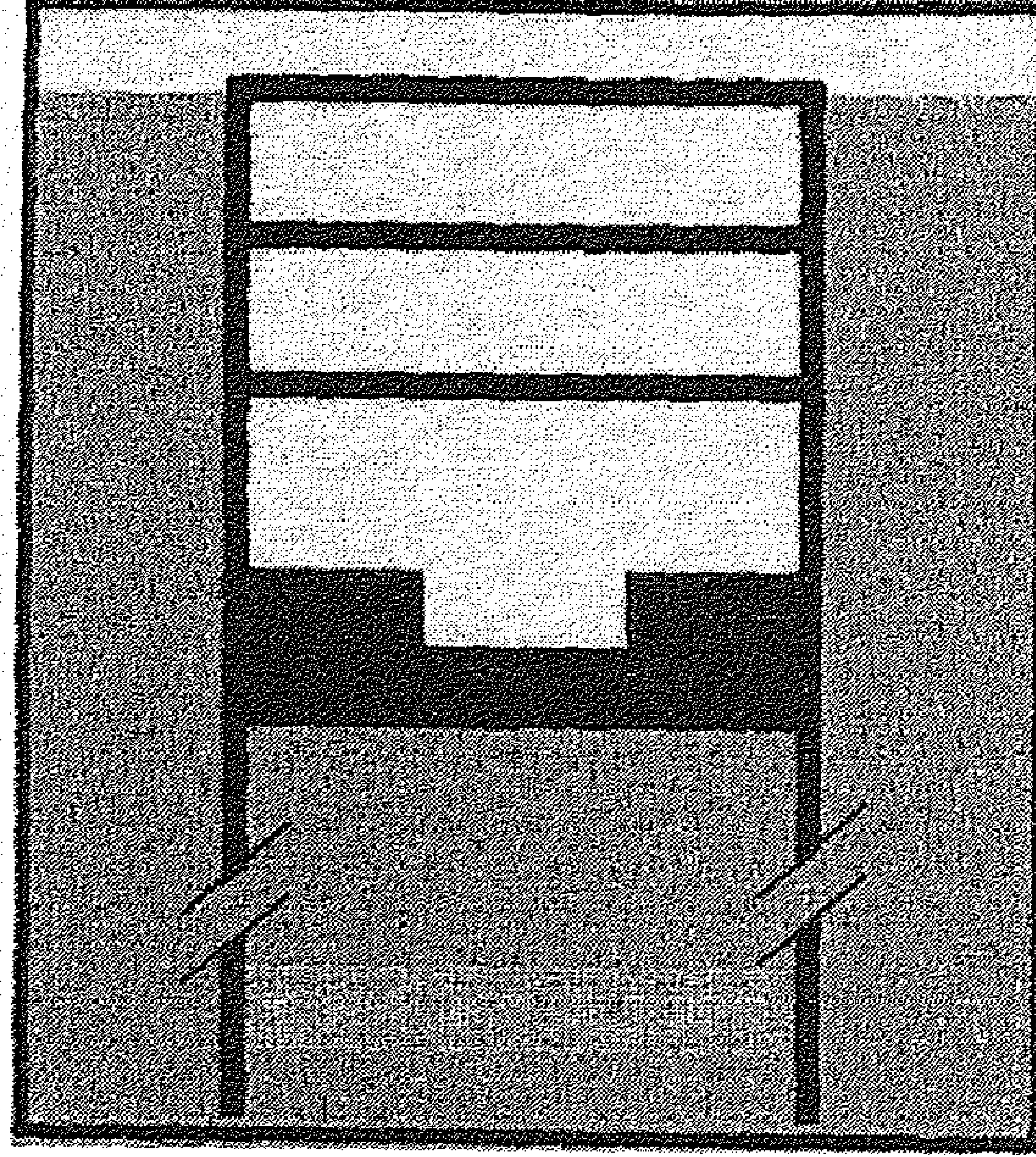
أنشاء أرتكازات Corbels بطول الأرضية لمقاومة الدفع المائي والرشح لأعلي الواقع علي البلاطة .



المرحلة الثامنة :

١ – تنفيذ الأعمدة والحوائط الداخلية للمحطات .

٢ – تنفيذ سقف غرف التذاكر للمحطات .



المرحلة التاسعة :

١ – أنشاء الأرصفة للقطارات بالمحطات .

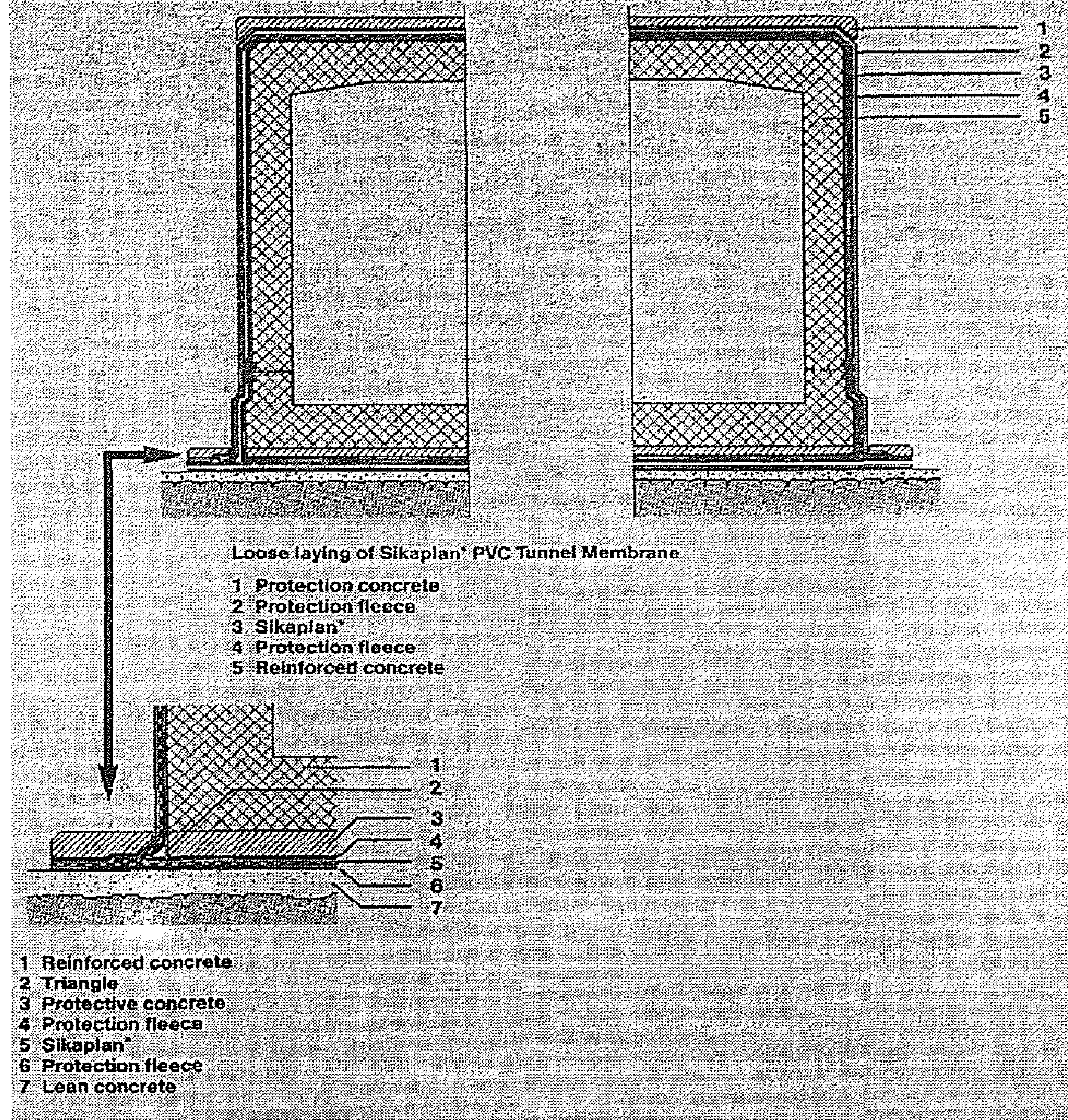
٢ – البدأ في تشطيب النفق .

أنشاء المحطات :

تتبع نفس خطوات إنشاء المحطات علي الأنفاق المجزأة .

- التبطين وعزل قطاع النفق من الخارج :
- التبطين برقائق البولي فينيل كلورايد :

يتم تبطين محيط النفق بواسطة رقائق بوليفينيل كلورايد PVC . تكون هذه الرقائق علي شكل ألواح يمكن طلبها باطول وبالسمك المطلوب . يمكن طلب المقاسات المناسبة للعمل وكذلك سمك الرقائق ، وعادة يكون السمك من ١,٥ – ٢ مم . يمكن أن تكون تلك الرقائق مقاومة للحريق- شكل (١) .



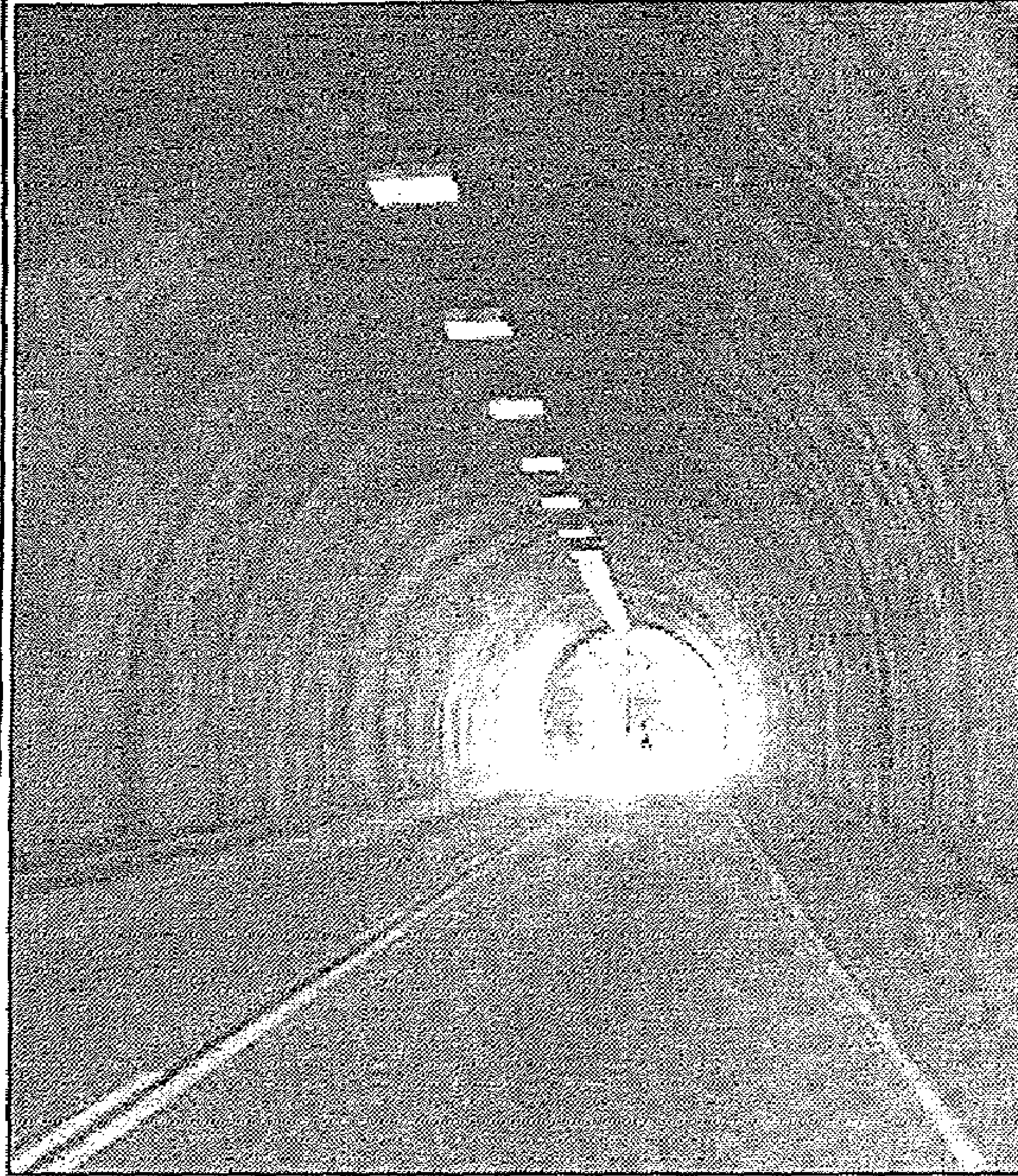
شكل (١)

عزل الأنفاق المنشأة بطريقة الحفر المكشوف

المراجع

١ – مشروع مترو أنفاق القاهرة .

٢ – كتالوجات الشركات المنفذة .



الباب الرابع

الأنفاق بالدفع الهيدروليكي

الأنفـاق بالدفع الهيدروليكي

Hydraulic Jacking Tunnels

الأستخدامات المتنوعة للأنفاق :

١ – أنفاق مواصلات : خطوط القطارات – المترو – السيارات – المشاه .

٢ – أنفاق خدمات : تمرير كوابل كهرباء أو تليــفون .

٣ – أنفـــاق تستخدم كفـواريغ للمواسير – سواء كانت مواسـير ميـــــاه أو صرف صحي أو غاز أوبترول . و نضطر للجوء لأستخدام الأنفاق لوجود صعوبات و عوائق تعترض مسار هذه المرافق مثل الأ نهــار أو المجــاري المائية – المرتفعات أو الجبال – الشوارع ذات الكثافة المرورية العالية في المدن المزدحمة – السكك الحديدية . كما يتحكم العامل الأقتــصادي بــشكل كبير في هذا الأختيار .

يضاف الي ذلك أنه في حالة وصول مناسيب مجمعات الصرف الي أعماق كبيــرة – تزيد عن ٨ متر– فأنه يفضل اللجوء الي تنفيذ الأنفاق .

أنواع الأنفاق طبقا للغرض منها :

أنفاق الصرف الصحي :

عند التفكير في أنشاء مشروع خط مواسير للصرف الصحي – يتم عمــل جــسات عرضية أستكشافية علي مسار الخط مع رفع المرافــق الموجــودة مــساحيا ورســم القطاعات العرضية للطريق .

و بفرض أن عرض الحفر في خط الصرف الصحي = ٤ أمتار– نجد أنه لا بد من تحويل مسارات بعض المرافق و التي ستتكلف الكثير فضلا عن خروجها من الخدمة بعض الوقت .

بجانب ذلك فهناك تعطيلا للمرور بالشارع بالأضافة الي أعادة الرصف مرة أخــري بعد أنتهاء العمل .

كما يراعي حالة المباني المجاورة للخط - فهناك المباني القـــديمة ذات الأساسـات السطحية و التي يخشي عليها من الهبوط أو الأنهيار بسبب عمق الحفر أو نزح المياه الجوفية .

و بحساب كل هذه العوامل وتقدير الـتكاليف - يمكن أتخاذ القرار المناسب .

تخطيط النفق :

تنشأ غرق الدفع والأستقبال علي مسار النفق و ذلك في الحالات التالية - شكل (١) :

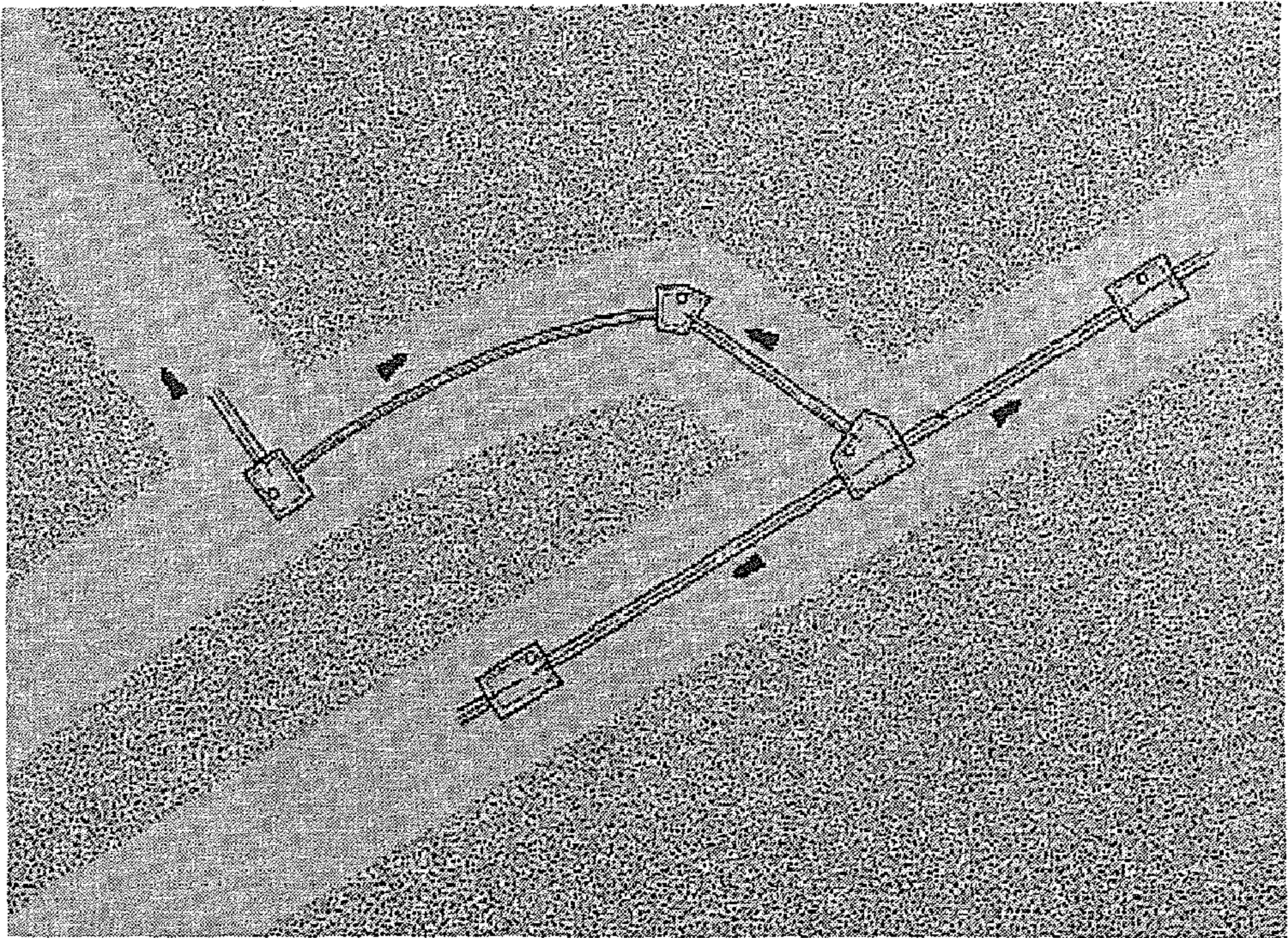
١ - عند أول الخط (بداية الدفع) .

٢ - وعند أي زاوية أنحراف للخط .

٣ - كل مسافة ٣٥٠ - ٤٠٠ متر أو حسب طاقة ماكينة الدفع .

٤ - عند تغير قطر النفق .

ويمكن أن نكون تستوعب غرف الدفع أو الأستقبال أكثر من نفق ، و كلما قل عـدد الغرف كلما كان ذلك أقتصادا في التكاليف

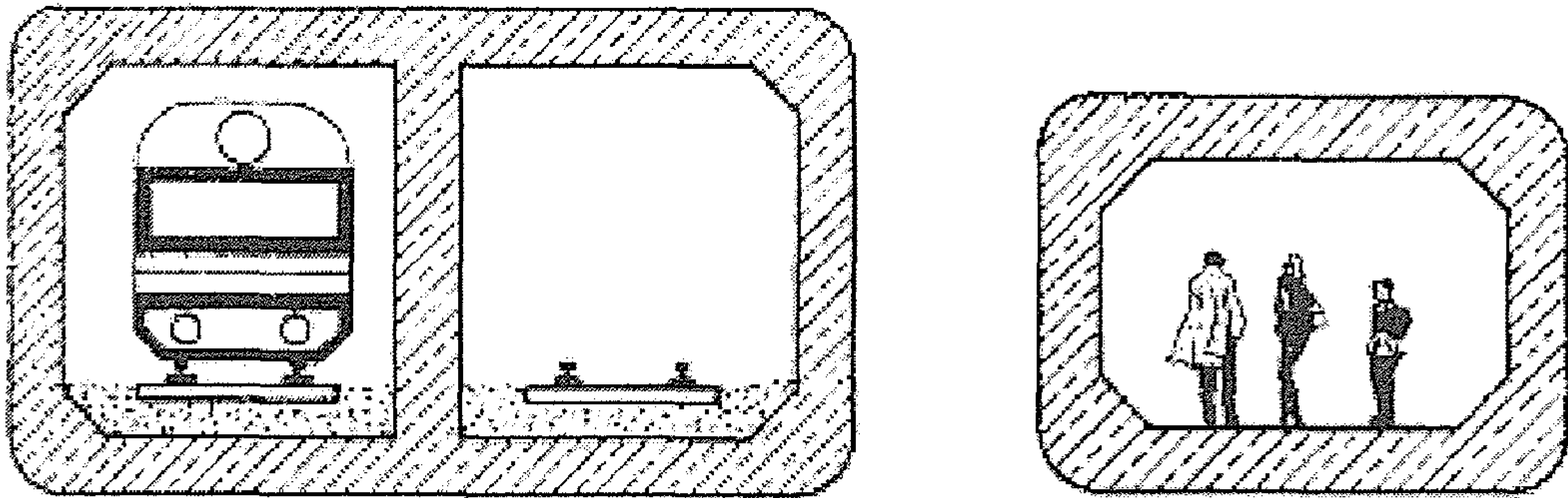


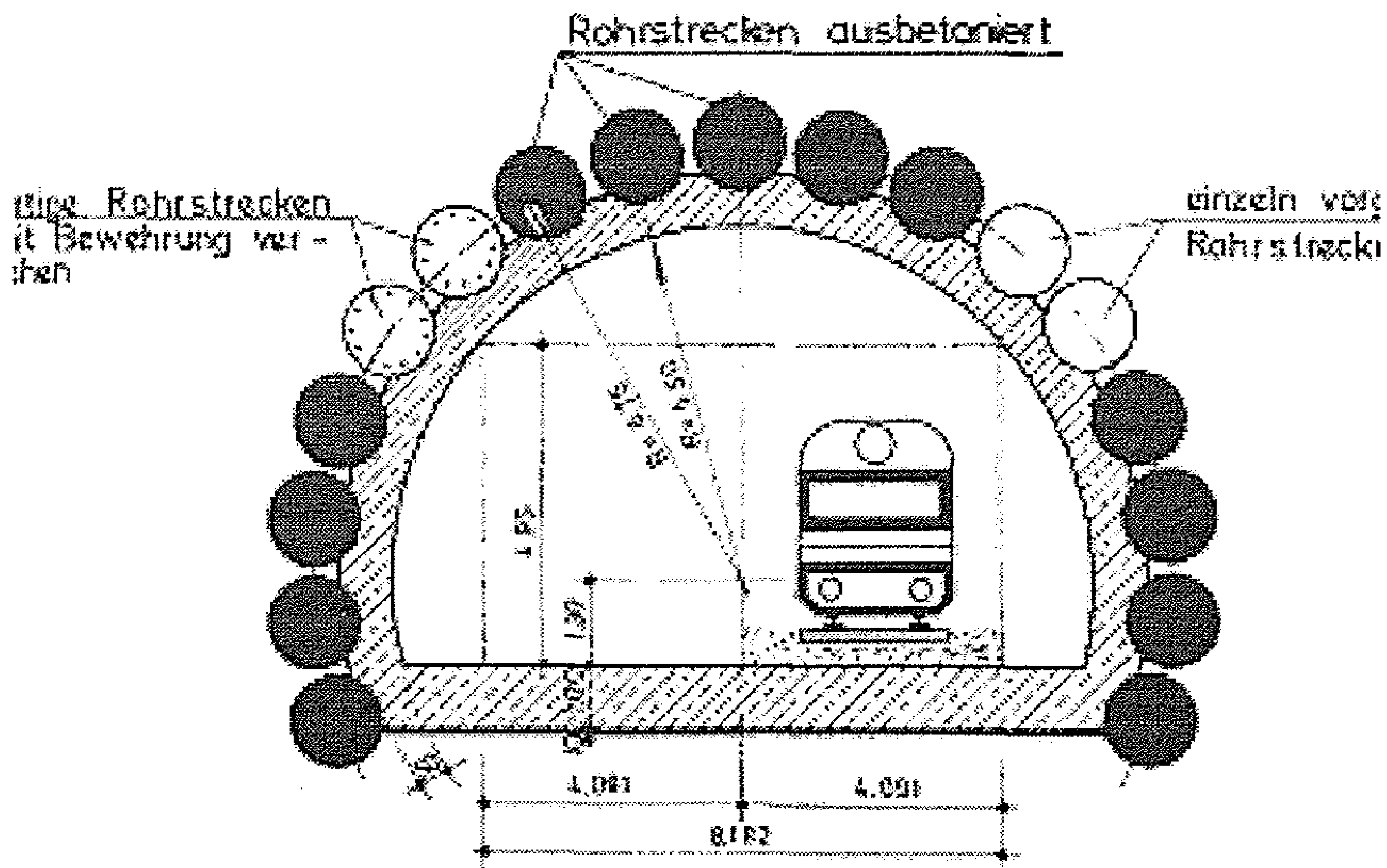
شكل (١) تخطيط النفق

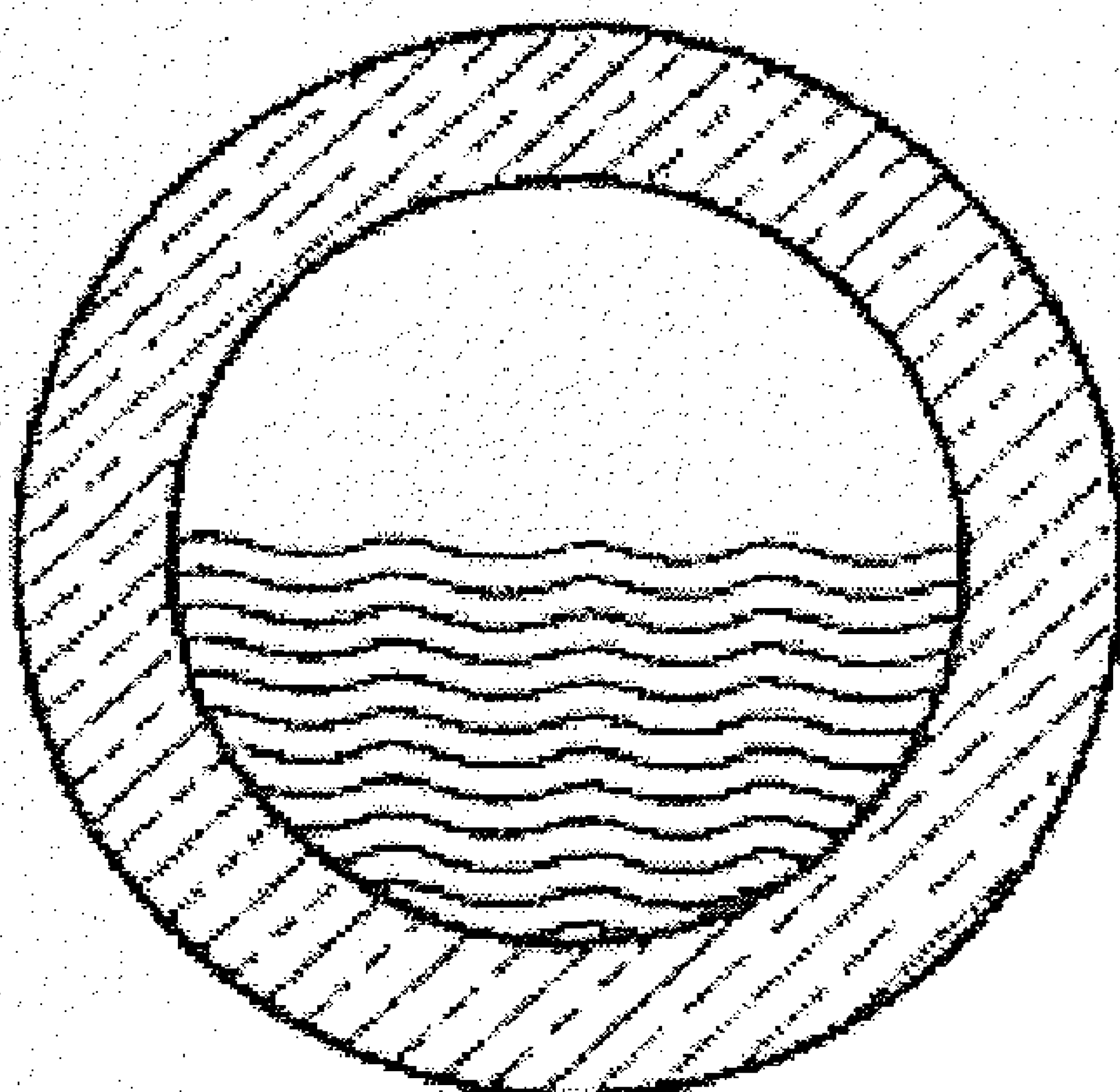
أغراض تنفيذ الأنفاق :

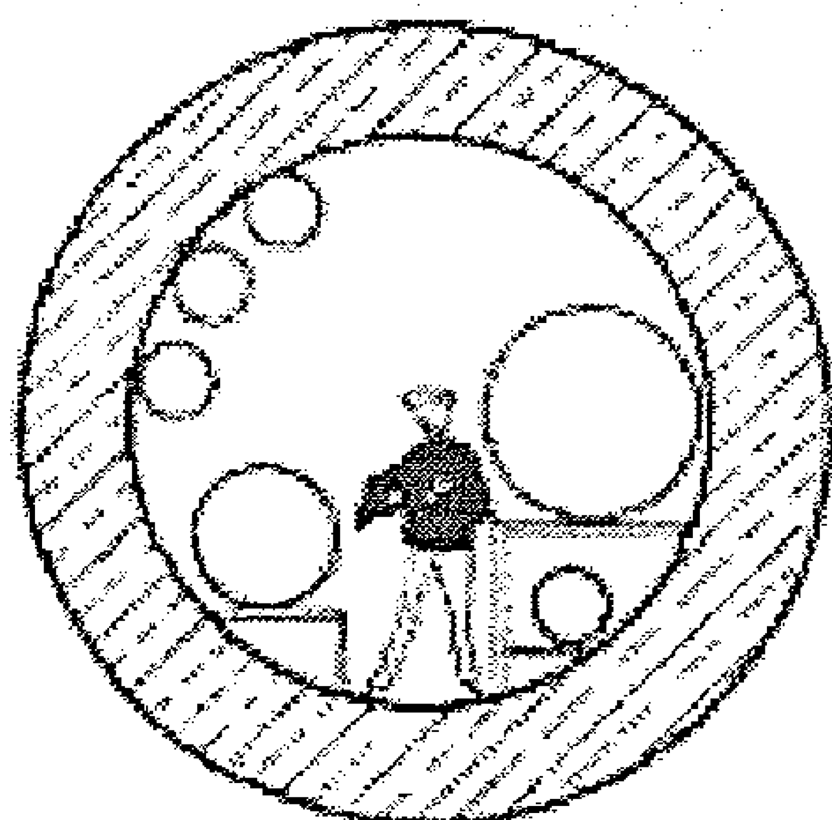
تأخذ الأنفاق الأشكال والأحجام والأعماق طبقا للغرض والأستخدام الذي من أجله أنشأ النفق ، فهناك أنفاق المواصلات و أنفاق المشاة وأنفاق الصرف الصحي والفواريغ ٠٠٠٠فهناك الشكل الدائري والشكل البيضاوي والمستطيل تبعا لأستخدام النفق – شكل (٢) .

والنفق – لغرض الصرف الصحي – يكون علي أجزاء مستقيمة بين الغرف بينما يكون منحنيا لأغراض أخري كالفواريغ الخاصة بتمرير المواسير أو الكابلات ٠٠٠٠

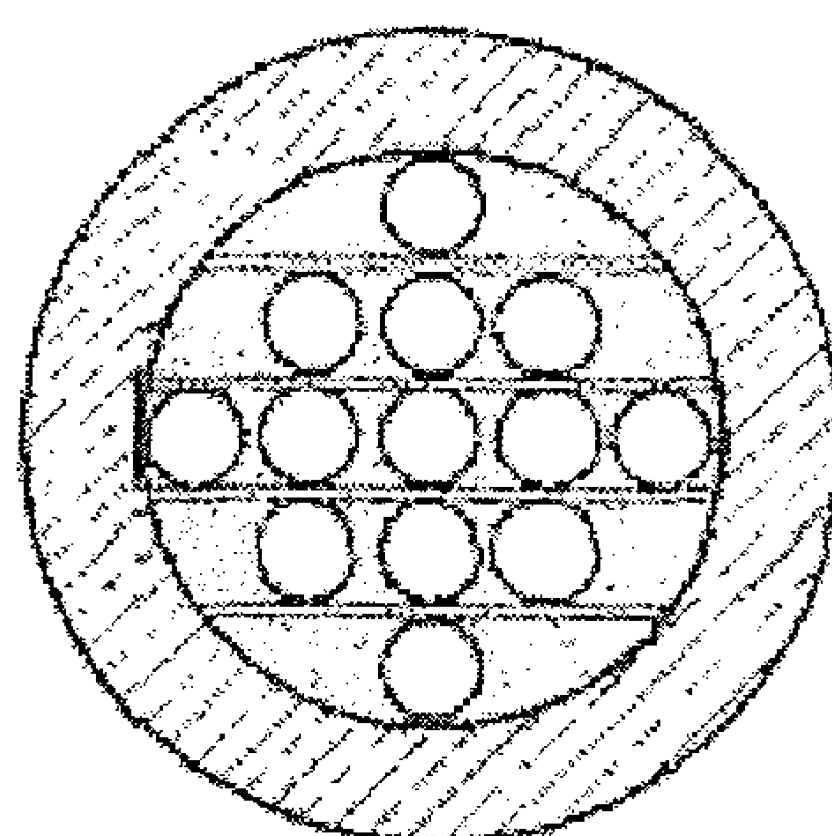




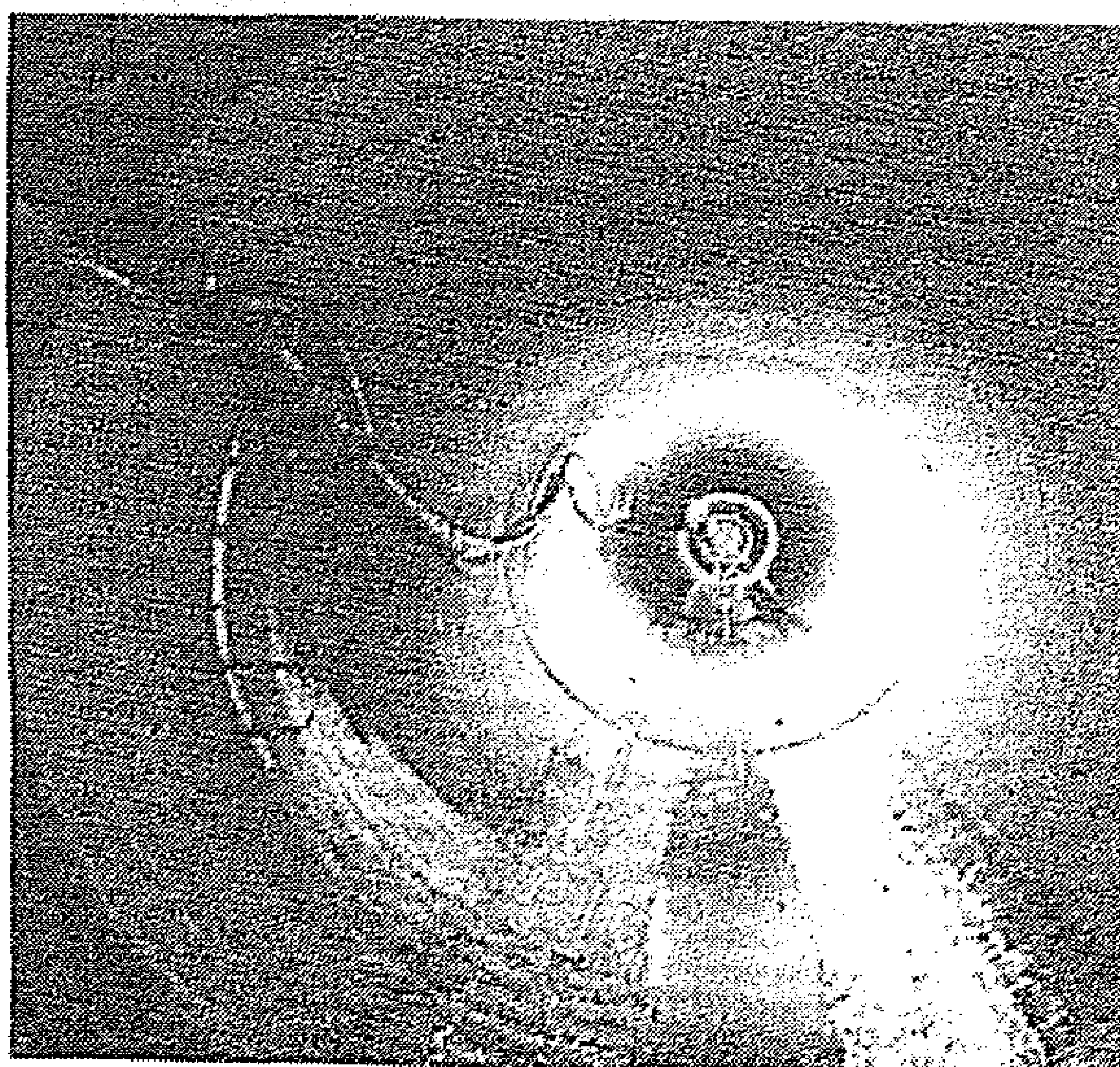




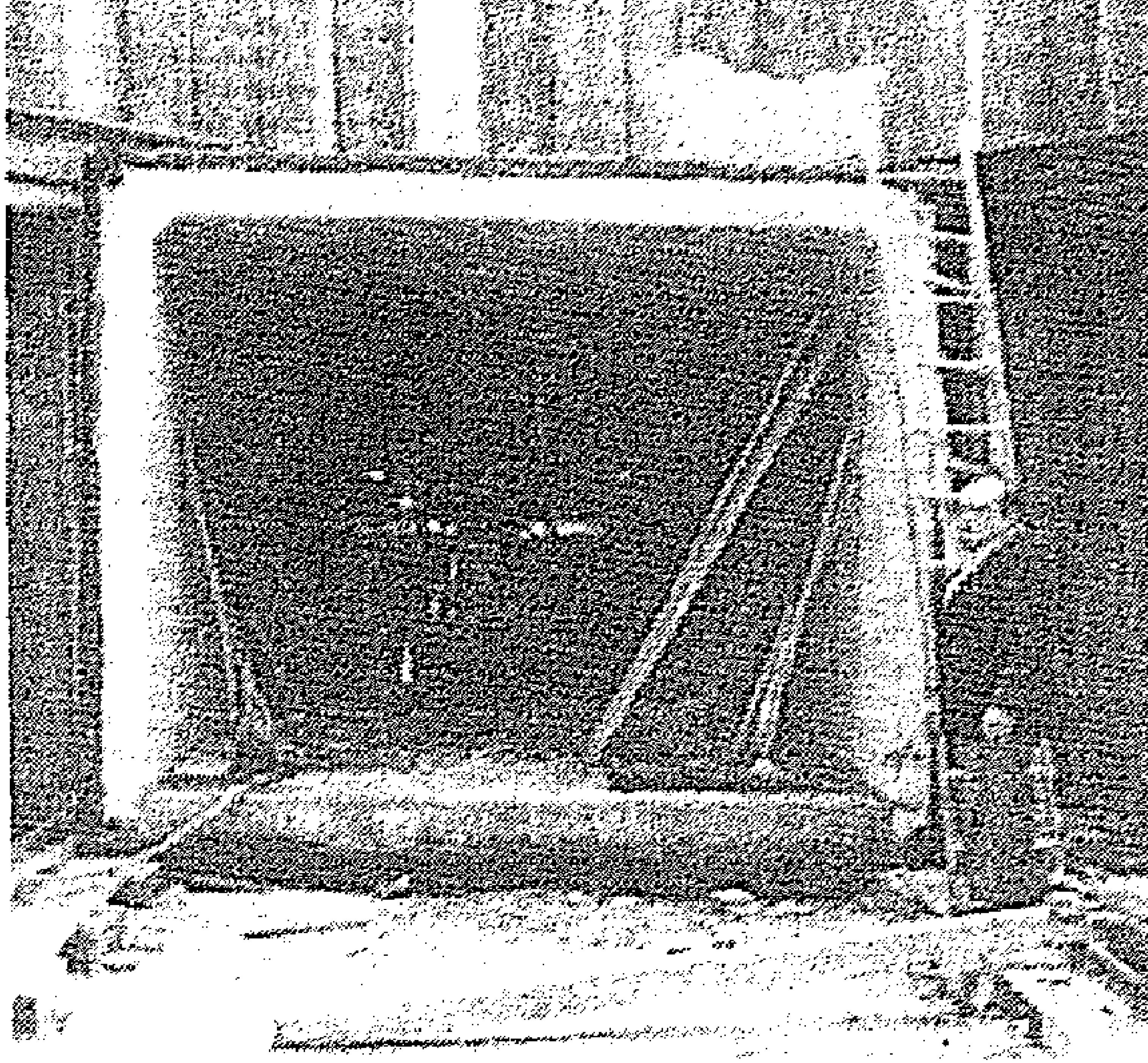
PROTECTIVE PIPE PASSABLE



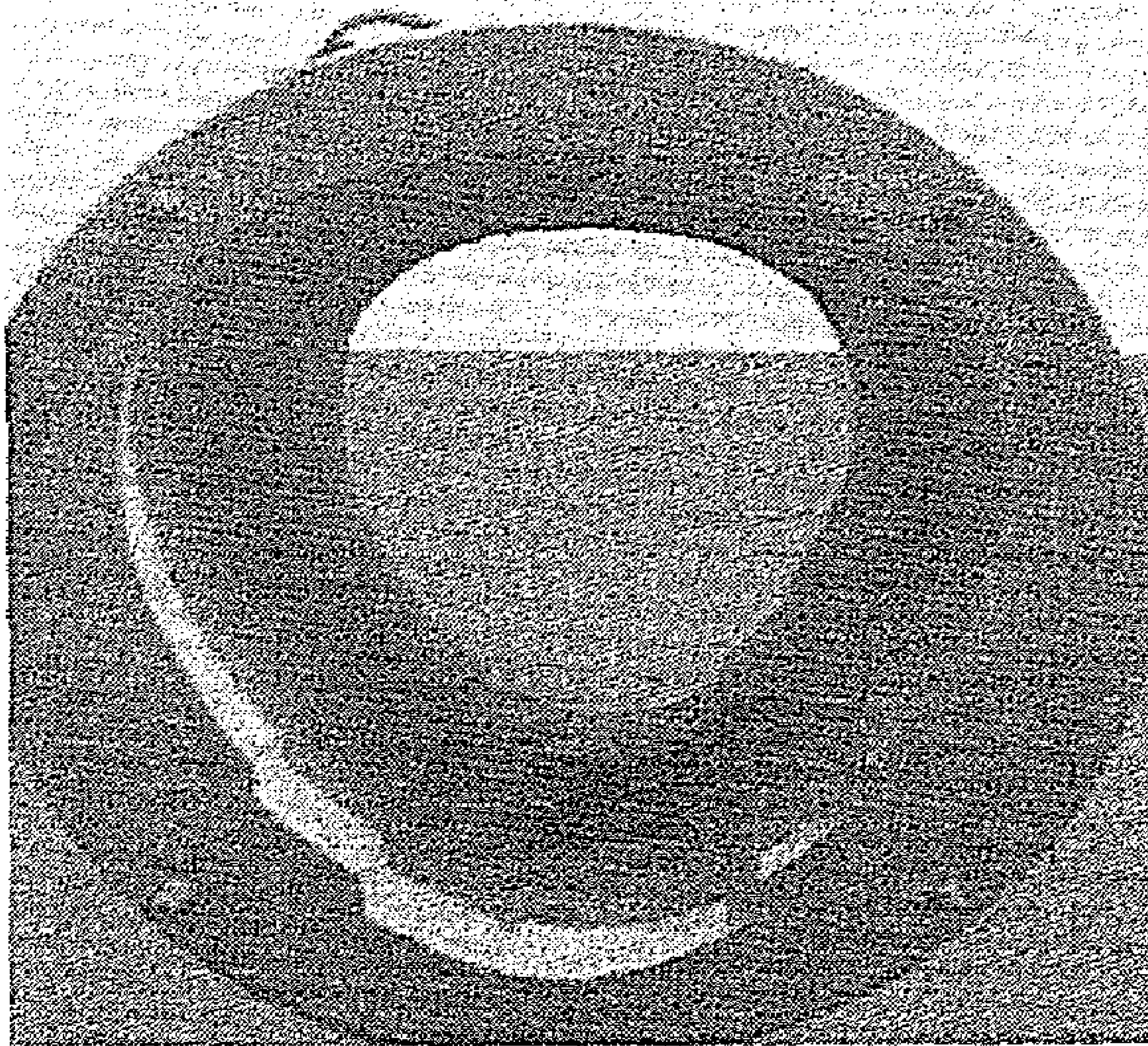
PROTECTIVE PIPE FILLED IN



قطاع مستدير



قطاع مربع

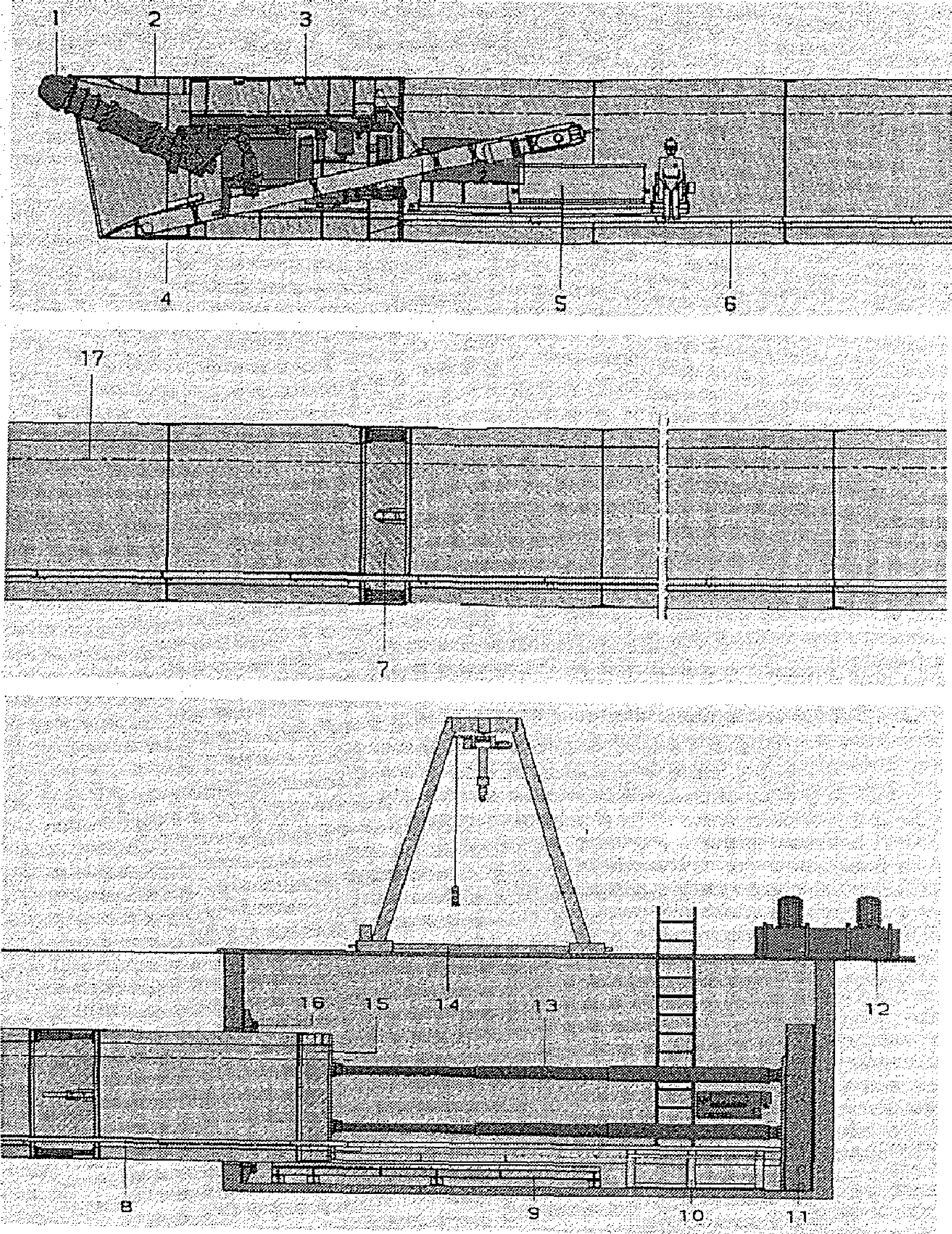


قطاع بيضاوي

شكل (٢) أنواع الأنفاق طبقا للغرض منها

أنفاق الدفع الهيدروليكي Hydraulic Jacking Tunnels:

رسم تخطيطي لعملية التنفيذ بالأنفاق – شكل (٣) .



شكل (٣) مخطط يبين أجزاء معدة أنفاق الدفع الهيدروليكي - يظهر في الرسم مقدمة الماكينة ثم الجزء الأوسط ثم الأجزاء في غرفة الدفع

إيضاحات في شكل (٣) :

١ – الحفارة .
٢ – مقدمة الدرع .
٣ – جسم الدرع .
٤ – سير ناقل للأتربة .
٥ – عربة نقل الأتربة .
٦ – قضبان معدنية .
٧ – روافع الدفع الوسطي .
٨ – قضبان معدنية .
٩ – قضبان لحركة الماسورة .
١٠ – قضبان معدنيــة لغرفــة الــدفع الرئيسية
١١ – حائط الأرتكاز المسلح .
١٢ – ماكينة ضغط الزيت .
١٣ – الروافع الرئيسية .
١٤– رافع (كوريك)
١٥ – حلقة الديافرام المعدني .
١٦ – حلقة كاوتش مانعة للمياه
١٧ – شعاع الليزر .

عناصر الأنفاق بالدفع الهيدروليكي عبارة عن :

١ - غرفة الدفع : Jacking Chamber

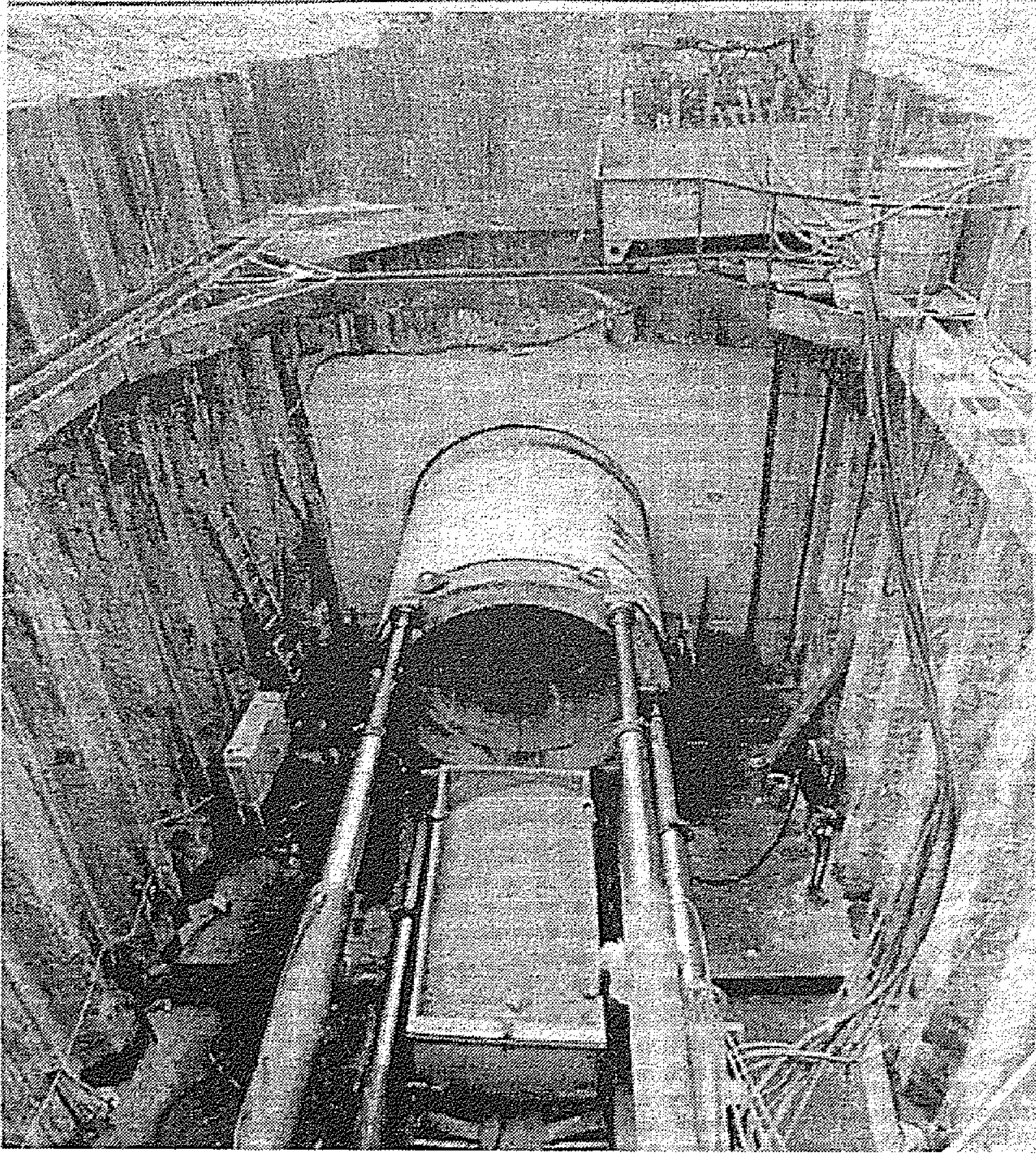
وهي غرفه تنفذ بمقاسات محدده تستوعب الروافع الهيدروليكية بالأضافة الي المعدات الملحقة بها بالأضافة الي الماسورة الخرسانية - تكون الأرضيه بعمق أسفل باطن الماسورة بمسافه ٥٠ سم .

تنفذ الغرفة بعدة طرق :

١ - يمكن أن تكون غرفة مؤقتة من الستائر المعدنية - شكل (٤) .
٢ - الخوازيق المتلاصقة secant piles .
٣ - بيارة من الخرسانة المسلحة (في حالة أستغلال الغرفة كمطبق للصرف الصحي) . تنفذ غرفة الدفع بالهواء المضغوط - شكل (٥) ، أو بالحفر المكشوف .

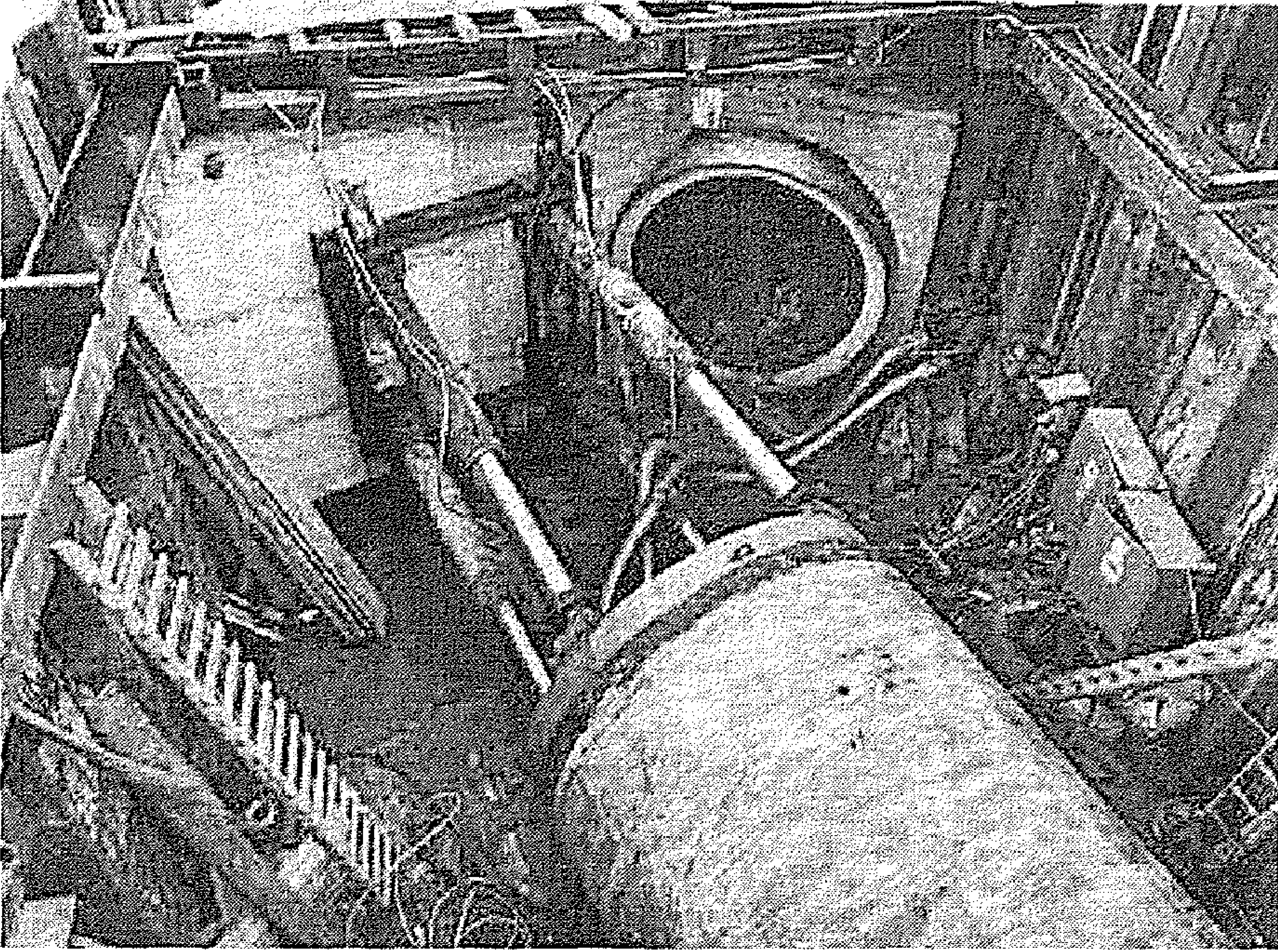
كما يشترط لهذه الغرفة أن تكون عازلة لمياه الرشح . يضاف الي ذلك أنشاء حائط أرتكازخرساني خلف الروافع Reaction Wall مصمم لنقل رد فعل الروافع الي الأرض (تصل قدرة الروافع مجتمعة في بعض الأحيان الي ١٨٠٠طن).

تركب هذه الروافع داخل غرفة الدفع و ترتكز علي حائط الأرتكاز - عددها ٦ روافع أو أكثر- تدفع هذه الروافع المواسير عن طريق أطار معدني دائري Diaphragm (بنفس قطر الماسورة) . تنكمش الروافع بالكامل ثم يتم أنزال الماسورة - تبدأ الروافع في الأنفراج و تدفع الماسورة الي الأمام حتي كامل انفراجها لتدخل الماسوره بالكامل ثم تنكمش مره أخري ثم يتم أنزال الماسورة التالية و تنفرج الروافع لتدفع المواسير و هكذا .



شكل (٤) عملية الدفع الهيدروليكي – غرفة الدفع مؤقتة من الستائر المعدنية مع بناء حائط خرساني لأرتكاز الروافع

توجد فتحة في حائط غرفة الدفع لدخول المواسير أثناء عملية الدفع – هذه الفتحة مزودة بطوق مطاطي,محكم مثبت علي حائط البيارة ومحكم علي محيط الماسورة الخارجي لمنع رشح المياه من الخارج الي داخل الغرفة . يفضل عمل بئر أرتوازي مجاور للفتحة أو حقن منطقة خروج أول ماسورة لمنع هذا الرشح .

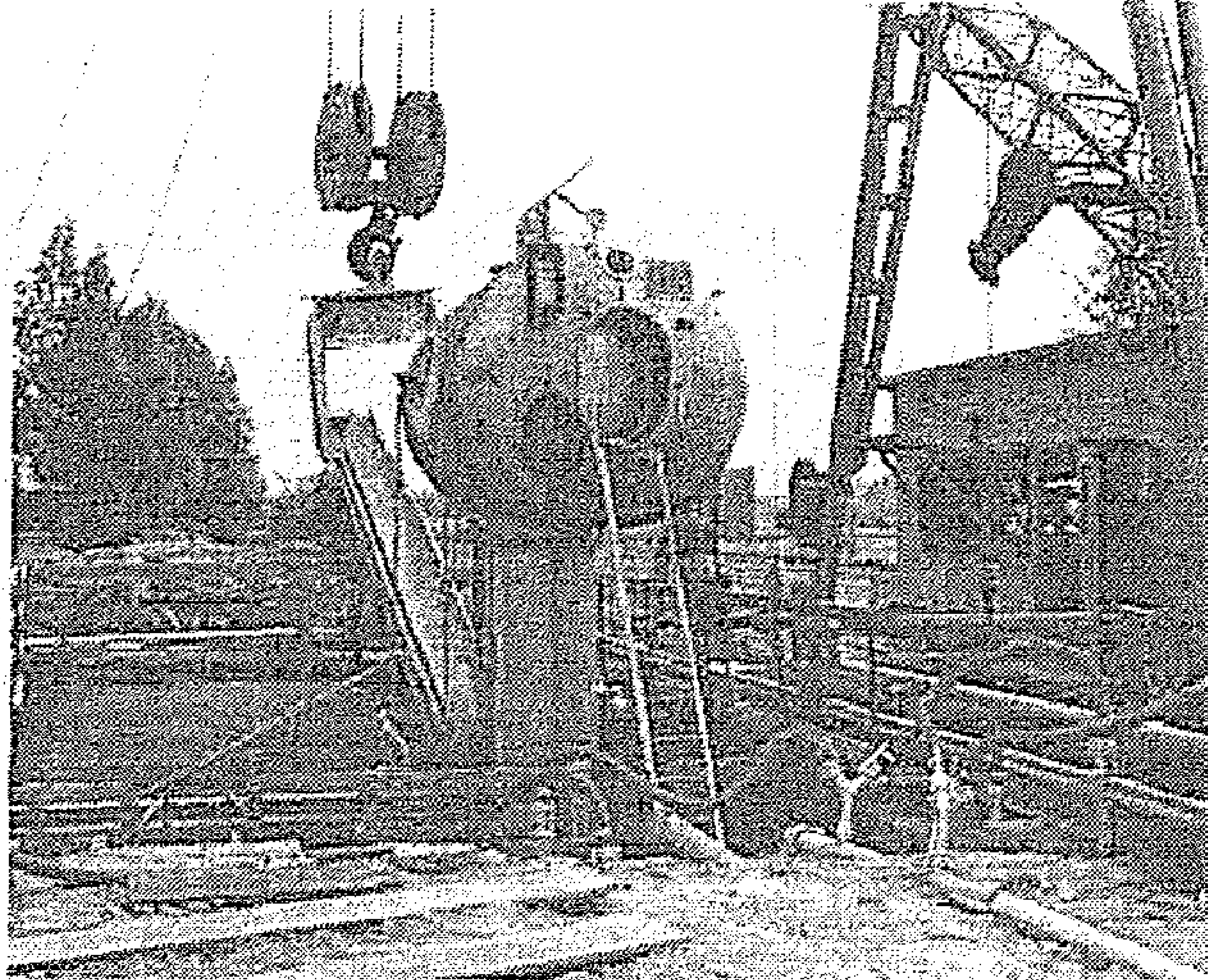


تابع شكل (٤) غرفة الدفع تستوعب أكثر من نفق واحد ويمكن أن تكون غرفة دفع لنفق ما ثم غرفة أستقبال لنفق آخر

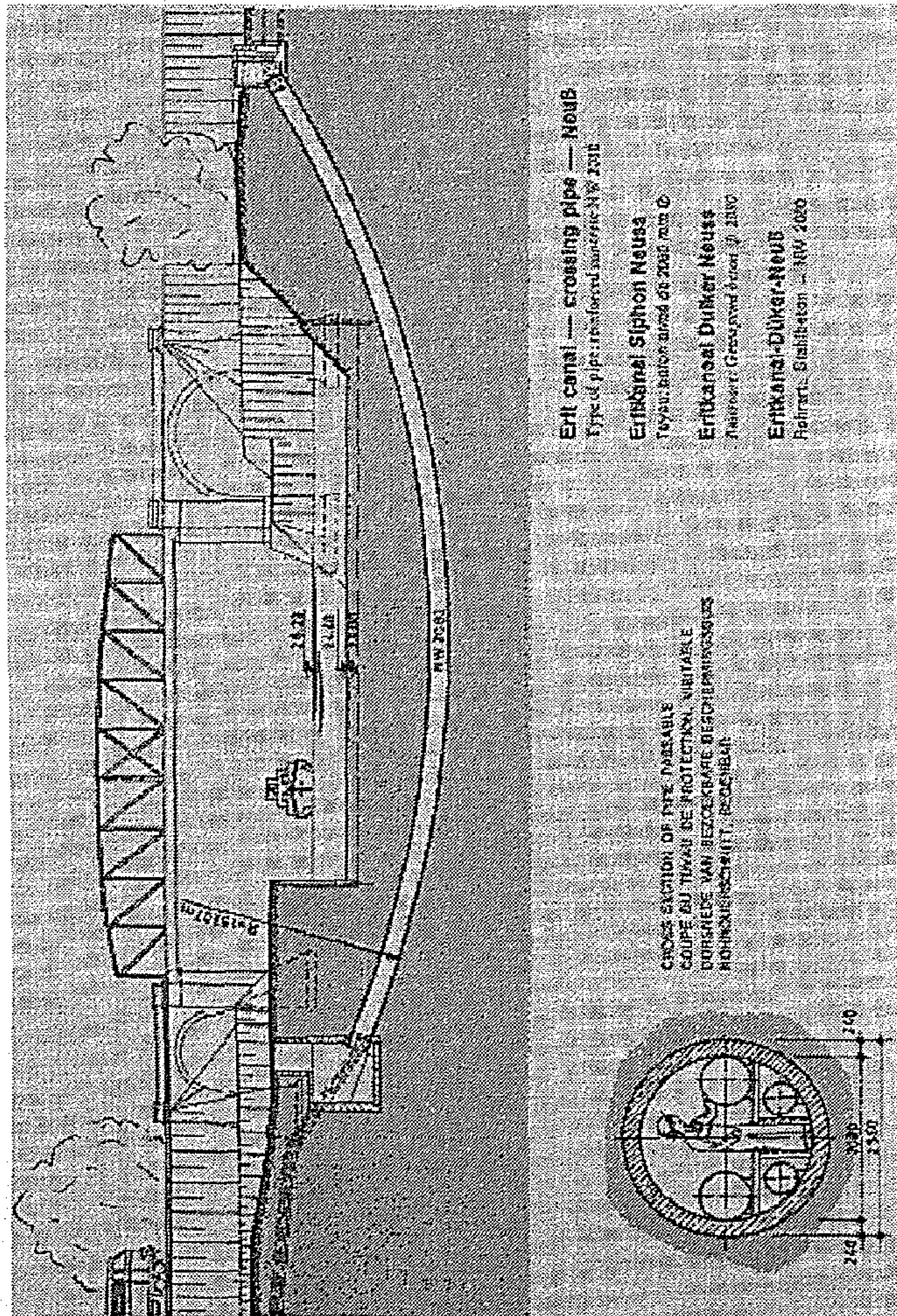
٢ - غرفة النهاية (الأستقبال) : Recovery Pit

عند نهاية دفع المواسير - يتم عمل غرفة أستقبال بمقاسات مناسبة لأخراج ماكينة الدفع منها . يمكن أن تكون هذه الغرفة من الستائر المعدنية أو أي نظام مؤقت لصلب جوانب الحفر حتي تخرج معدات الدفع . و في أحوال كثيره تكون غرفة الأستقبال من الخرسانة المسلحة أذا ما كانت هناك فائدة لذلك - علي أنها في هذه الحاله تنشأ قبل عملية دفع المواسير- حيث يتم توجيه ماكينة الدفع من غرفه الدفع في أتجاه غرفة النهاية .

و مكان دخول ماكينة الدفع داخل غرفه النهاية - خلال حائط الغرفة الخرساني - يكون بقطر يزيد ١٠ سم عن قطر درع ماكينه الدفع . و يترك مكان الدخول خاليا بدون صب أثناء تنفيذ الغرفة - و يبني مكان الدخول بالطوب لمنع دخول الأتربة أو مياه الرشح و لتسهل أختراق ماكينة الدفع له . شكل (٦) يوضح مواقع غرف البداية والنهاية .



شكل (٥) غرفة الدفع ، ويري معدات بالهواء المضغوط أثناء التنفيذ



شكل (٦) قطاع طولي بالنفق موضحا غرفتي الدفع والأستقبال

٣ – المواسير :

تصمم المواسير الخرسانية لتتحمل قوة الدفع الكبيرة من الروافع الهيدروليكية و التي قد تصل الي ١٨٠٠ طن – بالأضافة الي حمل التربة الرأسي و المرور و الأحتكاك مع التربة .

وتكون هذه المواسير من رأس و ذيل – وصلات مرنة و تصنع من خرسانة فائقة القوة و من أسمنت مقاوم للكبريتات . كما يتم تبطينها من الداخل بألواح البولي فينيل كلورايد P.V.C T-Lock سمك ١,٦٥مم أو السيراميك أو دهانات الأيبوكسي .

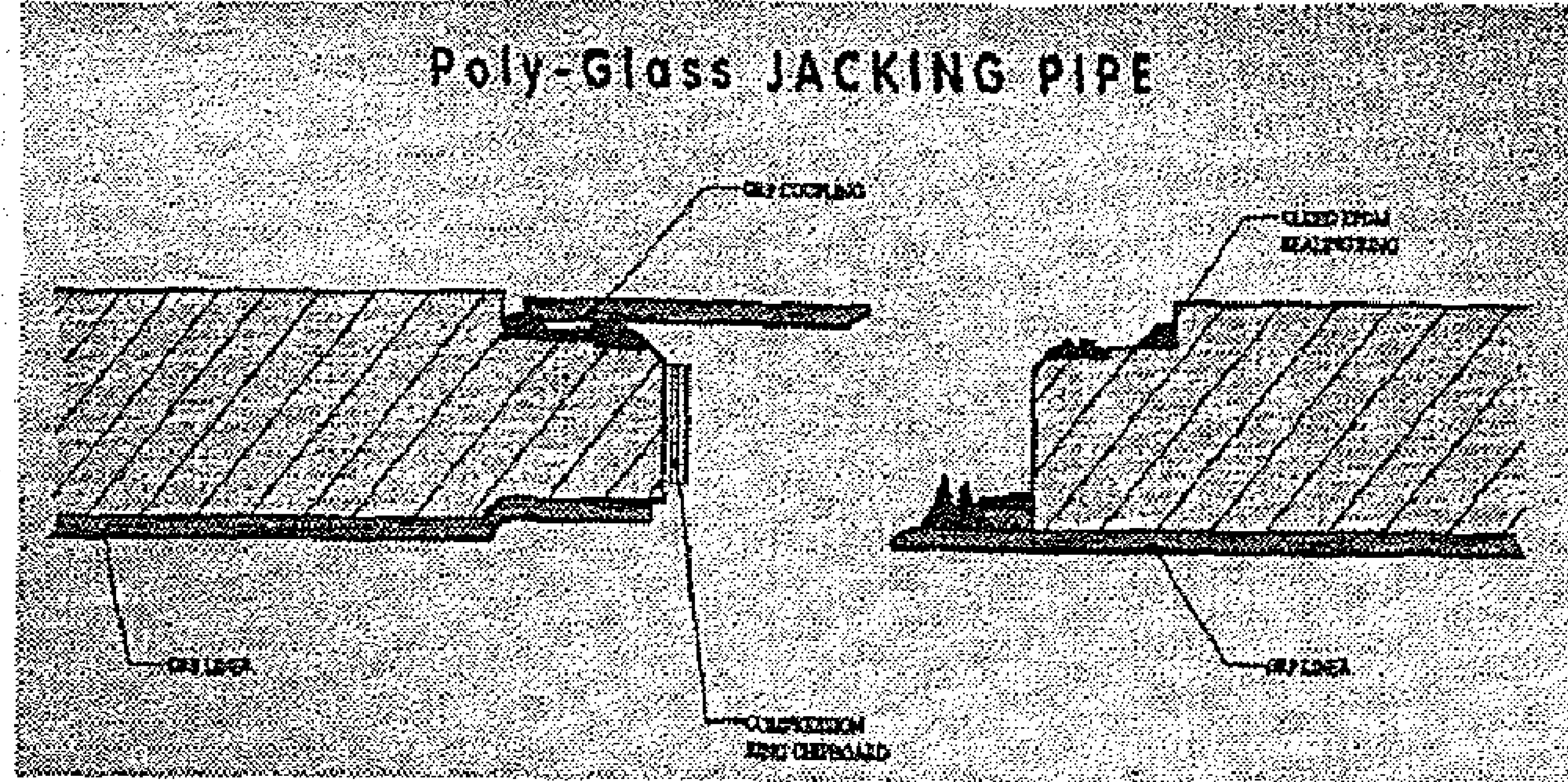
تعمل ثقوب بالمواسير بقطر ٢"– أثناء صناعتها– لغرض حقن مادة البنتونايت (من الداخل بعد أنتهاء التركيب) و الذي يغلف المواسير من الخارج لملء الفراغات بالأضافة الي تقليل أحتكاك الأرض مع بدن المواسير حيث يعمل البنتونايت كمادة شحمية .

و يمكن تصنيع المواسير بأقطار كبيرة ، و لكن الحجم و الوزن و معدات الرفع تحكم هذا الأختيار . و أقصي قطر داخلي لماسورة تم تصنيعها في مصر هو ٣٢٠٠ مم ووزن حوالي ٤٠ طن .

يمكن أستخدام نوعيات أخري من المواسير والتي صممت لمقاومة ضغوط الدفع مثل المواسير الفخار والزهر المرن والصلب والأسبستوس – شكل (٧) .

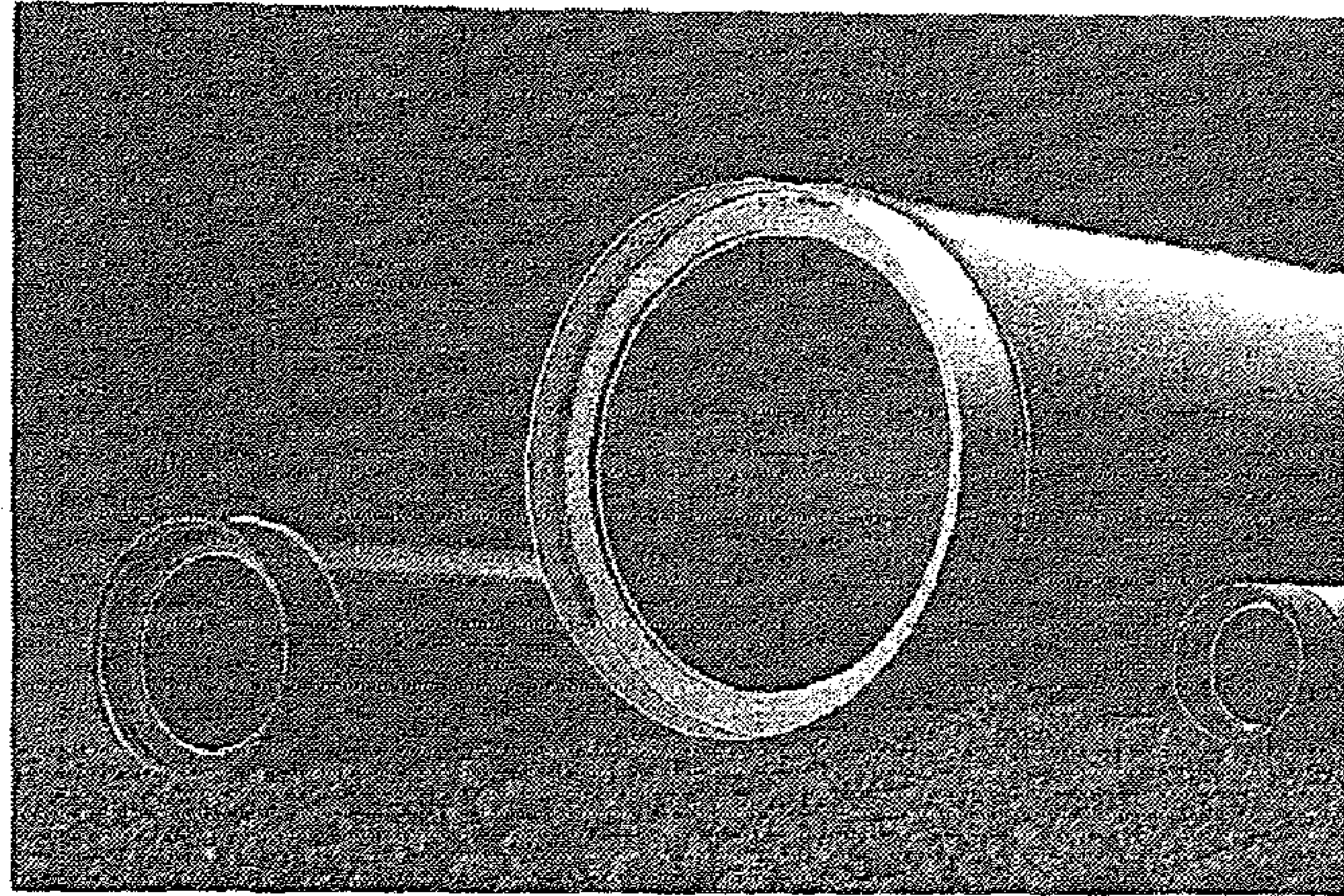
تجدر الملاحظة أن يتم تصميم المواسير علي أساس أن سرعة المياه داخل المواسير هي السرعة المنظفة ذاتيا Self Cleaning والي تساوي ٦٥ سم / ث.

وصلات المواسير البوليستر :



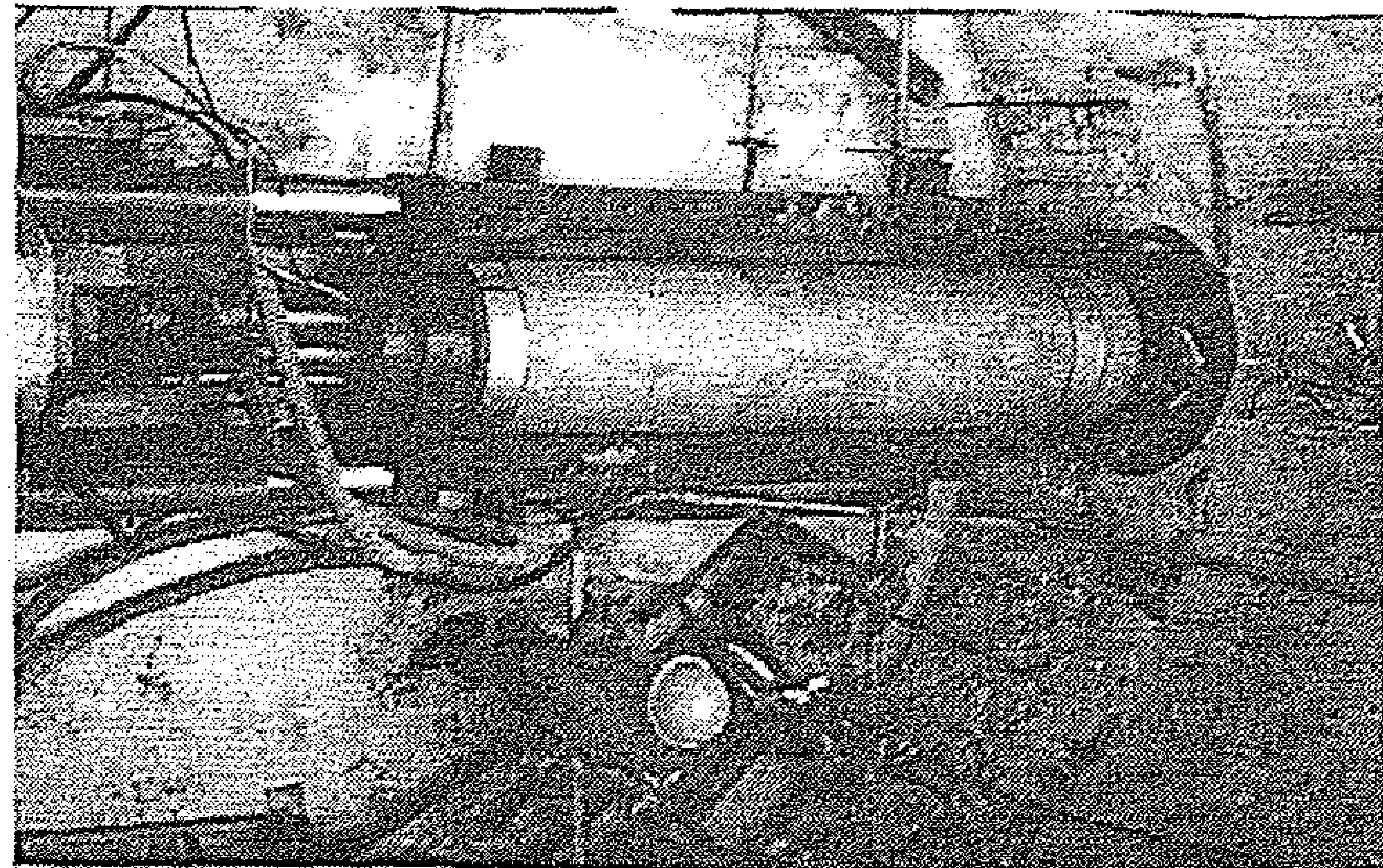
مواسير الدفع من البولي جلاس

وصلات المواسير الفخار :



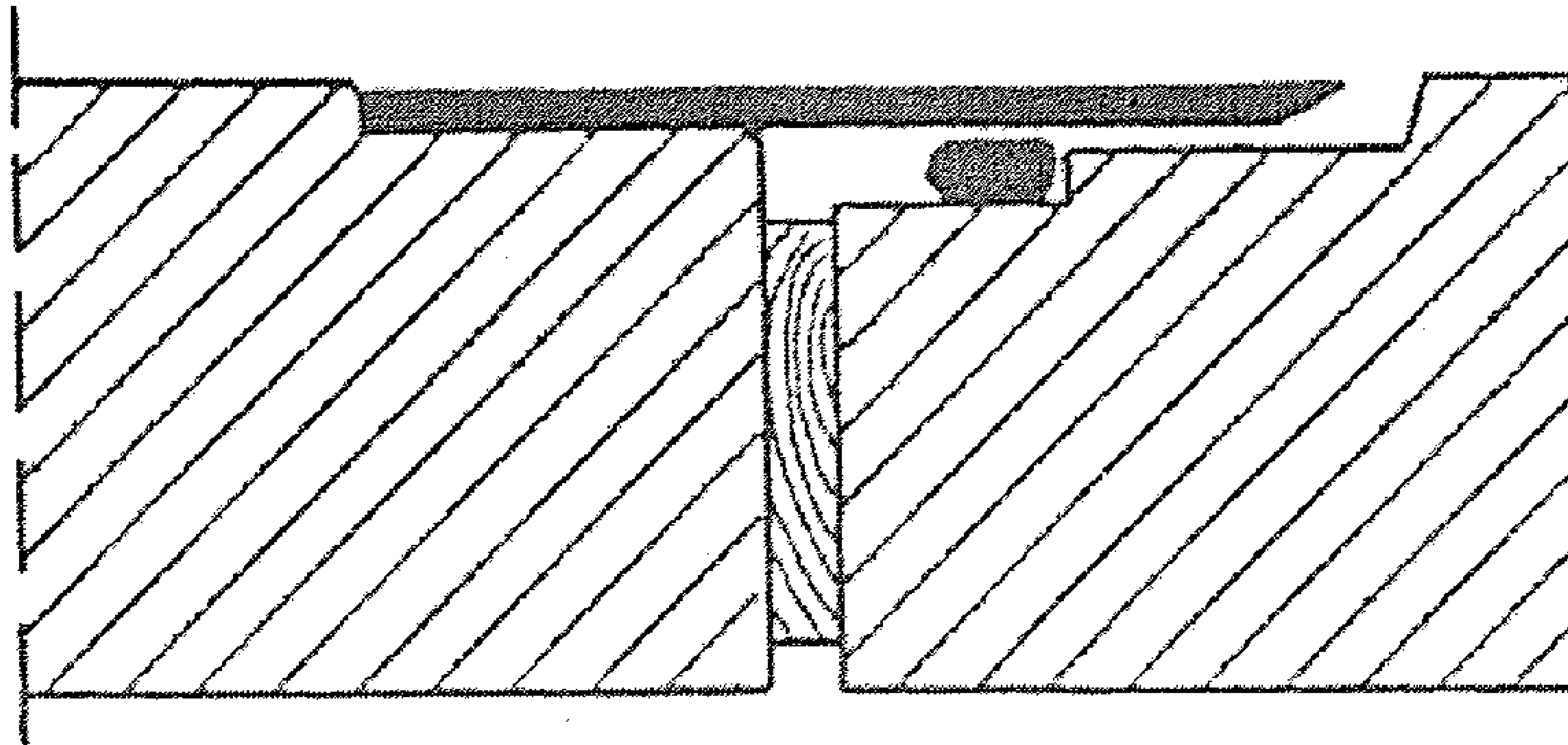
مواسير فخار مصنعة للدفع الهيدروليكي

VITRIFIED CLAY JACKING PIPES



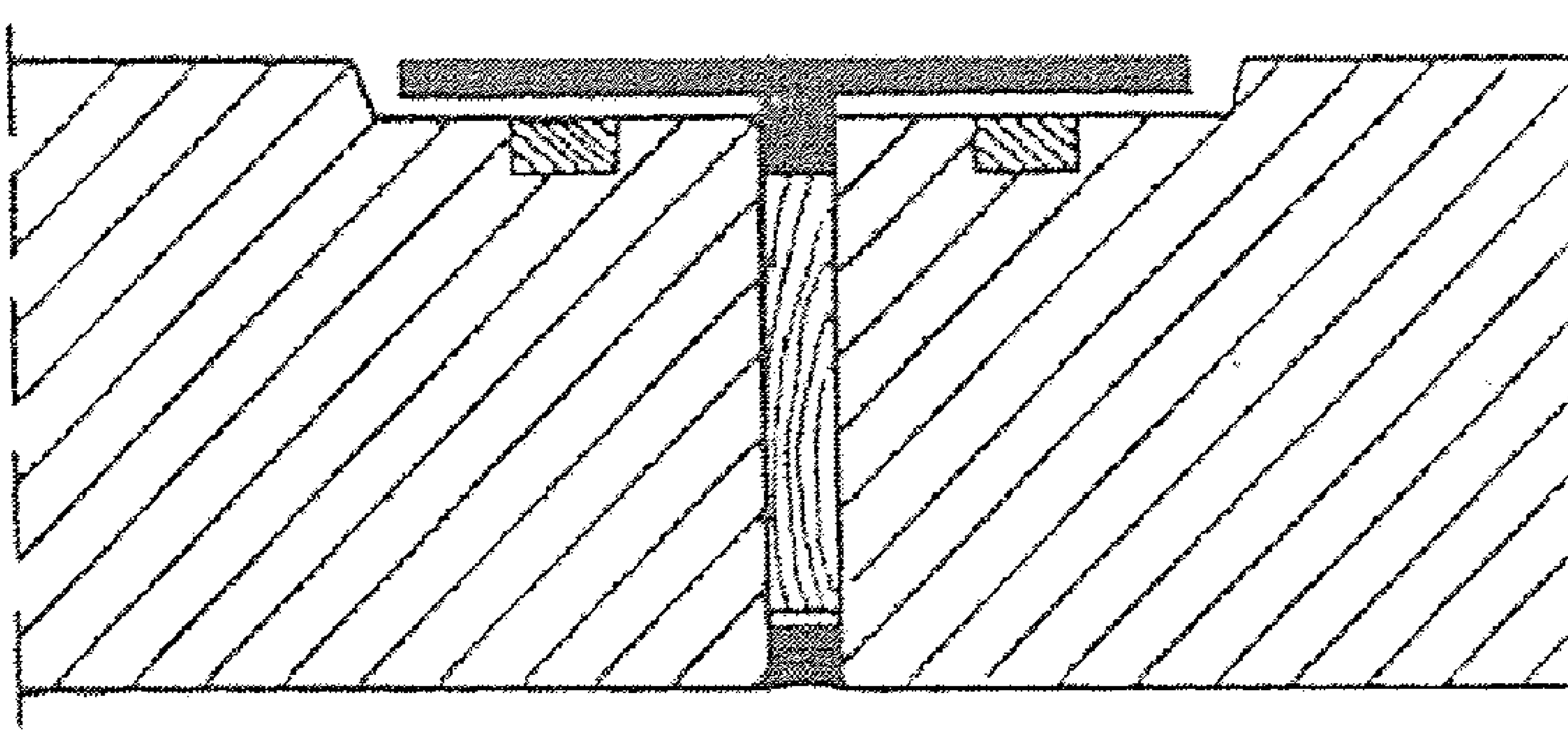
الماسورة الفخار أثناء الدفع

وصلات المواسير الخرسانة :

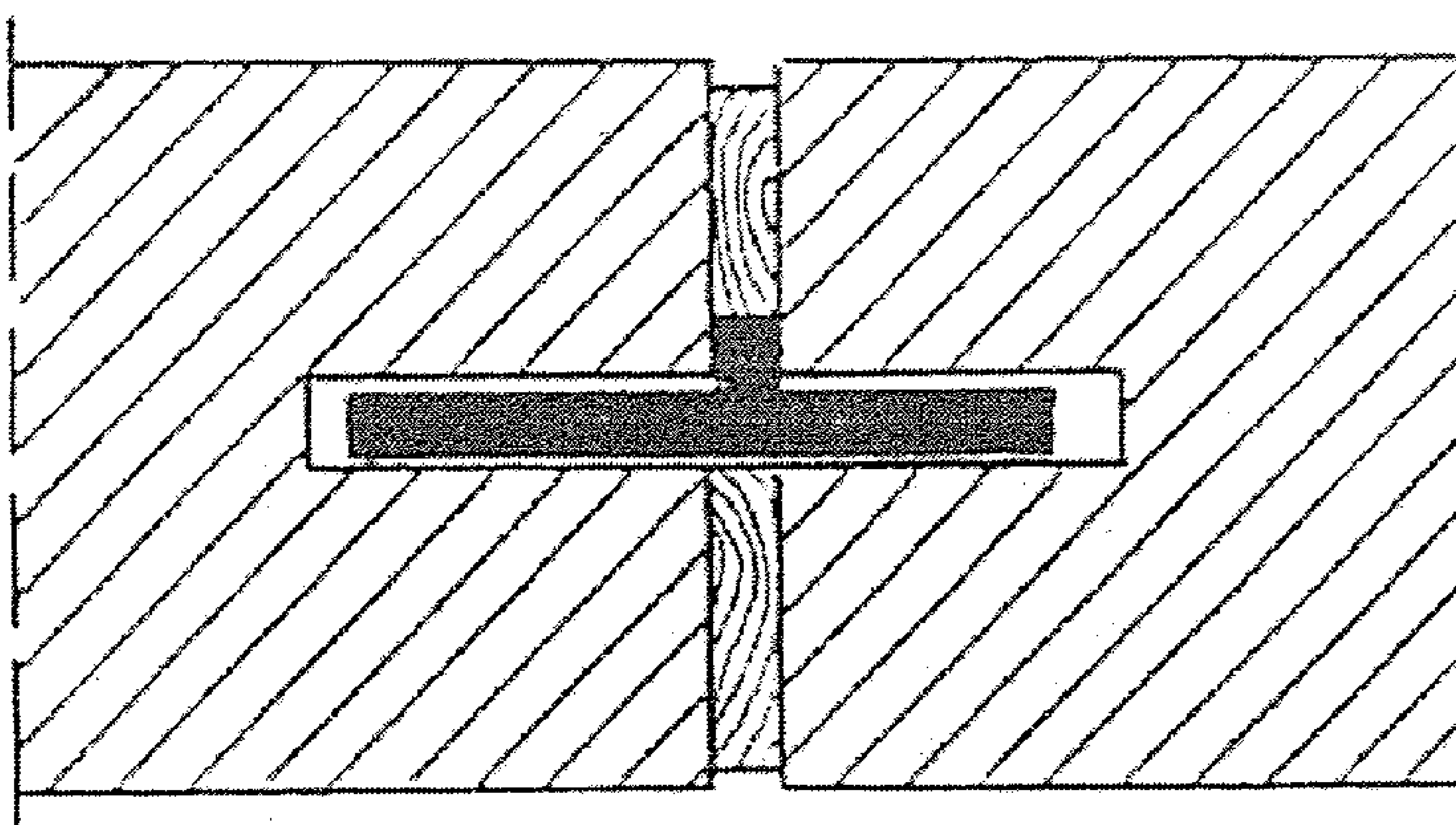


الحلقة المعدنية ثابتة في أحدي الماسورتين**Steel collar integral with one pipe**

(أكثر النظم في مصر)



حلقة معدنية حرة **loose steel collar**



شكل (٧) حلقة مشتركة بين الماسورتين **Dowelled joint**

٤ - الدرع الأمامي و روافع الدوران و الحفار:

Front Shield & Steering Jacks And Excavator

يصنع الدرع الأمامي (وهو عبارة عن ماسورة) ، من الصلب ويكون سمك البدن حوالي ٢بوصة ويكون مدبب من الأمام لتسهيل أختراق الدرع للأرض . قطر الدرع الخارجي يزيد بمقدار ١٠ سم عن القطر الخارجي للمواسير - شكل (٨) .

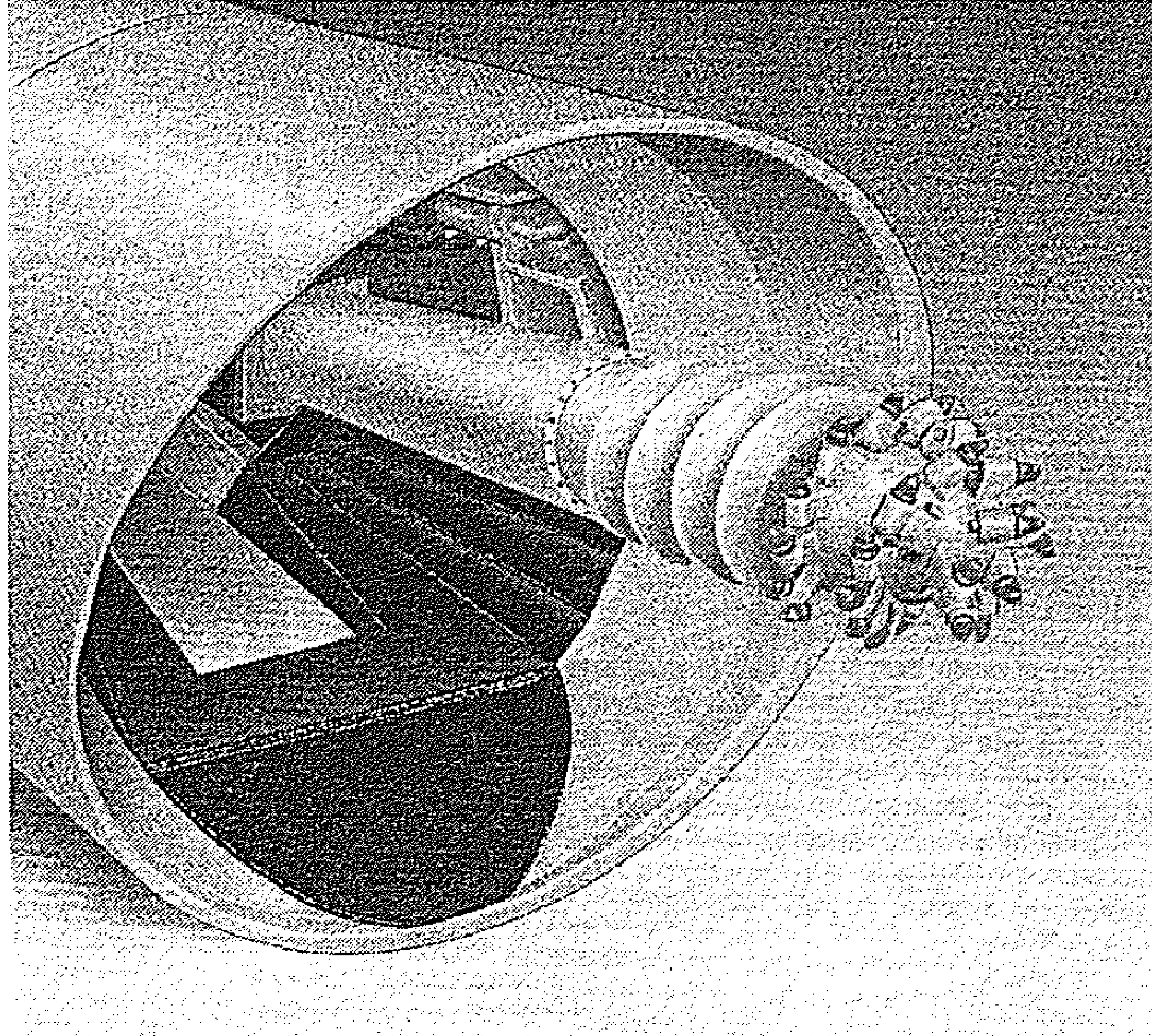
تركب روافع الدوران علي المحيط الداخلي للدرع من جهة و من الجهه الأخري ترتكز هذه الروافع علي حلقة حديدية Diaphram التي ترتكز بدورها علي بدن الماسورة.

وظيفة روافع الدوران هو تصحيح المسار للنفق - فأذا أنحرف النفق عن المسار المحدد فيمكن تصحيح الوضع مره ثانيه سواء جهة اليمين أو اليسار أو الي أعلي أو الي أسفل عن طريق عامل التشغيل .

يقوم الحفار (المثبت في الدرع) بحفر الأتربة حيث تتجمع في قمع - شكل (٩) - تنزل الأتربة من القمع الي السير الناقل الي عربات نقل الأتربة Muck Wagon حيث تنقلها علي القضبان الي الخارج (الي غرفة الدفع) حيث يرفعها الونش و تفرغ في سيارات النقل . يتم أعادة العربات مرة أخري و توضع علي القضبان حيث يتم سحبها الي الداخل بواسطه ونش أفقي . يمكن أن يكون الحفر يدويا في الأنفاق ذات الطول البسيط أو أستخدام طلمبة الروبة Slurry Pump حيث يتم ضخ ناتج الحفر مع المياه في خط مواسير الي خارج النفق - يتم عمل حوض ترسيب خارج الموقع لفصل حبيبات التربة عن المياه .

ملاحظات :

١ - بالنسبة الي الأنفاق ذات القطر الصغير (٣٠٠ مم - ٥٠٠ مم) ، يتم أستخدام حفاره تعمل بالتحكم الآلي Remote Control . يتم الحفر بالضغط علي واجهة التربة ومعادلة ضغط التربة بواسطة القرص الدائري المزود بأسنان قاطعة والذي يدور حول محور أفقي - شكل (٨) .



شكل (٨) الدرع الخارجي ثم مقدمة الحفارة – رأس ذات أسنان قاطعة

تقوم الروافع الرئيسية الموجودة بغرفة الدفع الرئيسية بدفع المواسير بينما تقوم الحفاره بالعمل. ناتج الحفر يتم خلطه مع خليط البنتونايت ثم تسحب الروبة بواسطة الطلمبات. يقوم مشغل الحفار بتوجيه وضبط مسار النفق بواسطه التحكم الآلـــي . تمتـــاز هـــذه الحفاره بالعمل تحت منسوب مياه الرشح بالأضافة الي القدرة علي العمل في التربـــة شديدة التماسك. وتوجد حفارات أخري تعمل بالتحكم الآلي للأنفاق حتي قطر ٨٠٠ مم.



شكل (٩) السير الناقل لمواد الحفر – المقدمة ذات الأسنان القاطعة

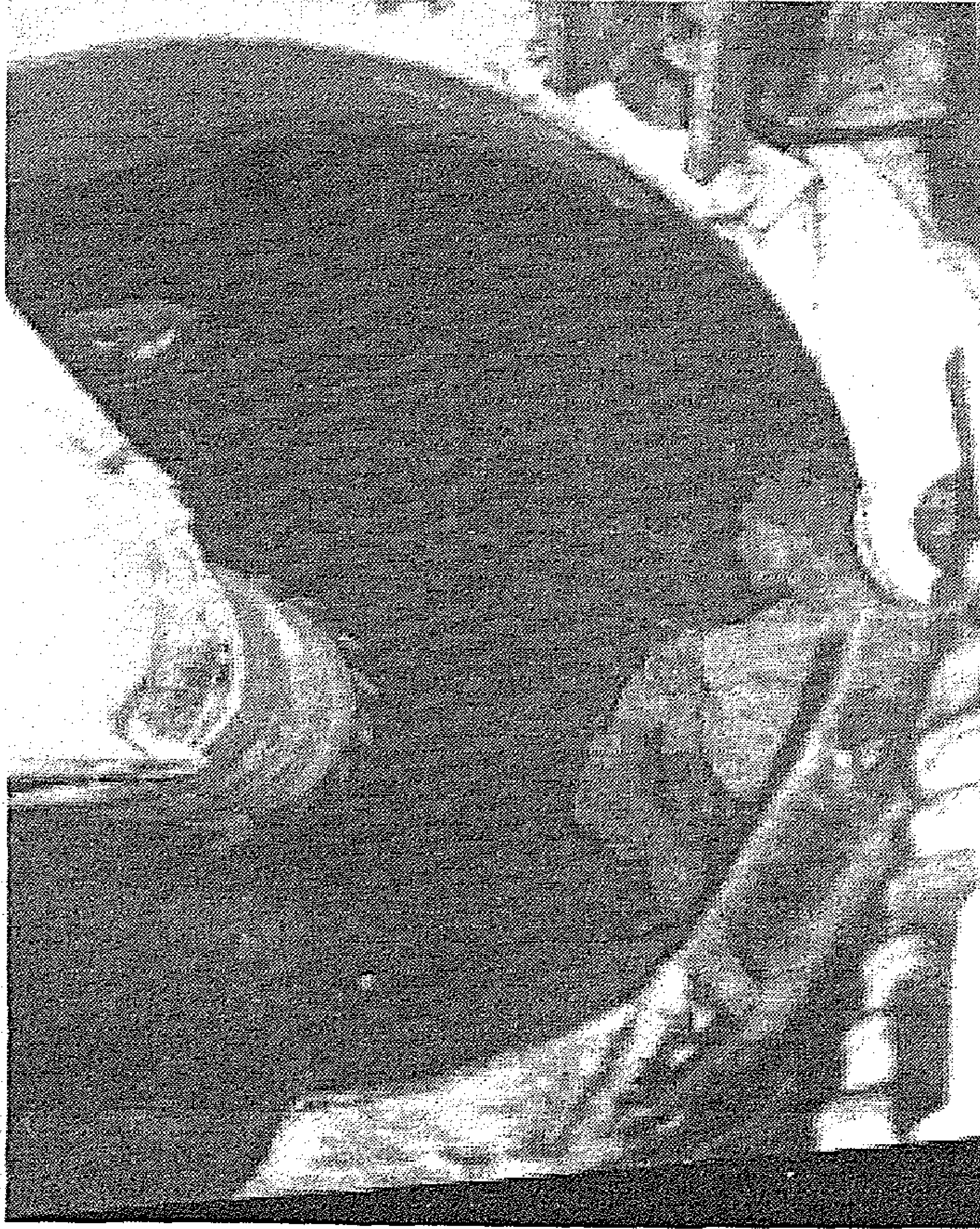
تأخذ أعمال حفر الأنفاق أشكالا متعددة منها :

١ – الحفر اليدوي : ويتم ذلك بواسطة العمال والأدوات اليدويـة البسيطة مثـل الكوريك والأزمة ، وهذا أقل تكلفة وأقل ميكنة للنفق . نلجـأ للعمـل بهـذه الطريقة في حالة وجود النفق في منطقة جافة وأن طول النفق قصير وذلـك للأقتصاد في التكاليف بالأضافة الي أن طبيعة الأرض ليست صلبة .

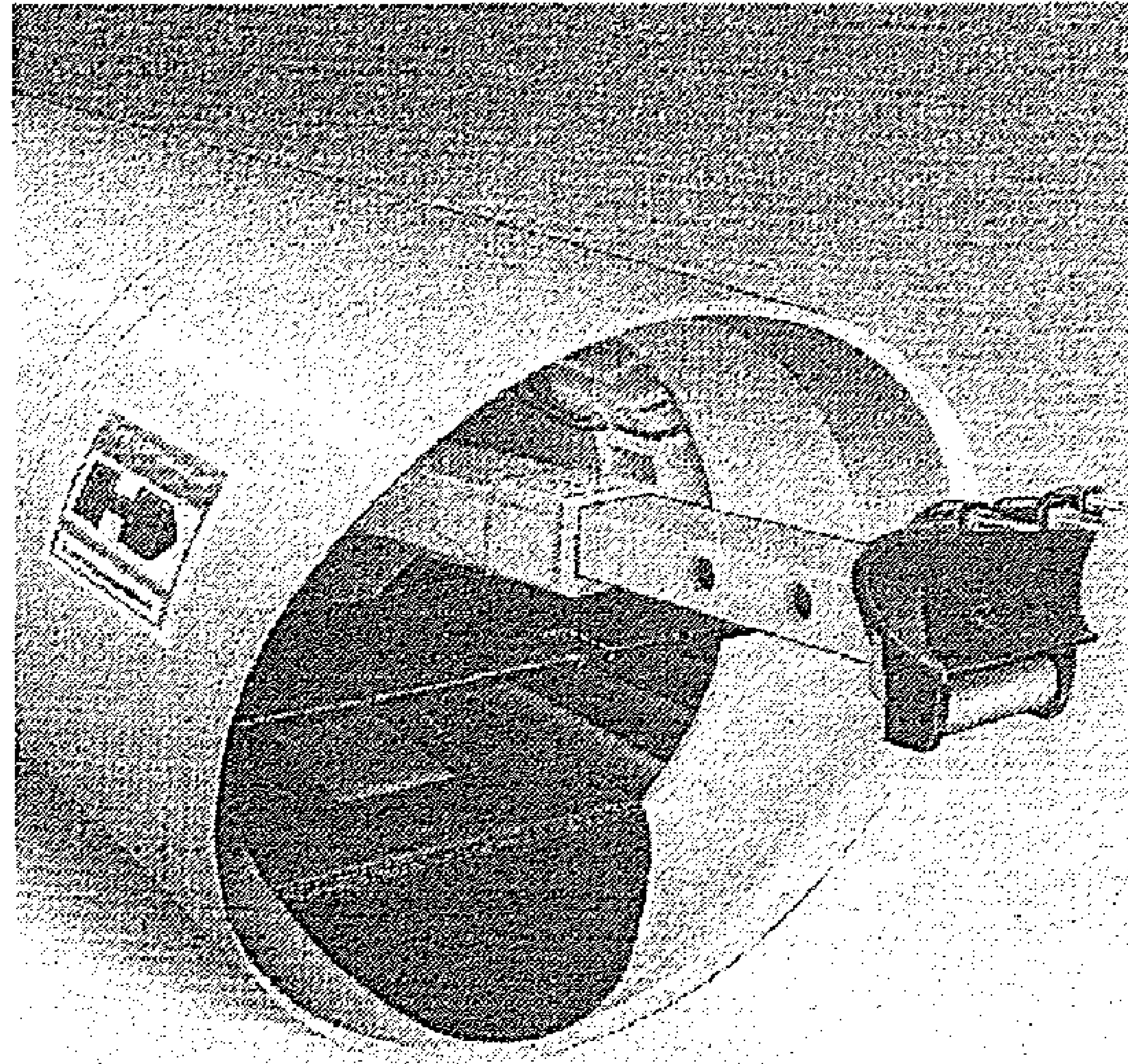
٢ –الحفر بواسطة الرأس المسننة : والتي تحفر في جميع الأراضي – شكل(٨) .

٣ – الحفر بواسطة الحفار – شكل (٩) .

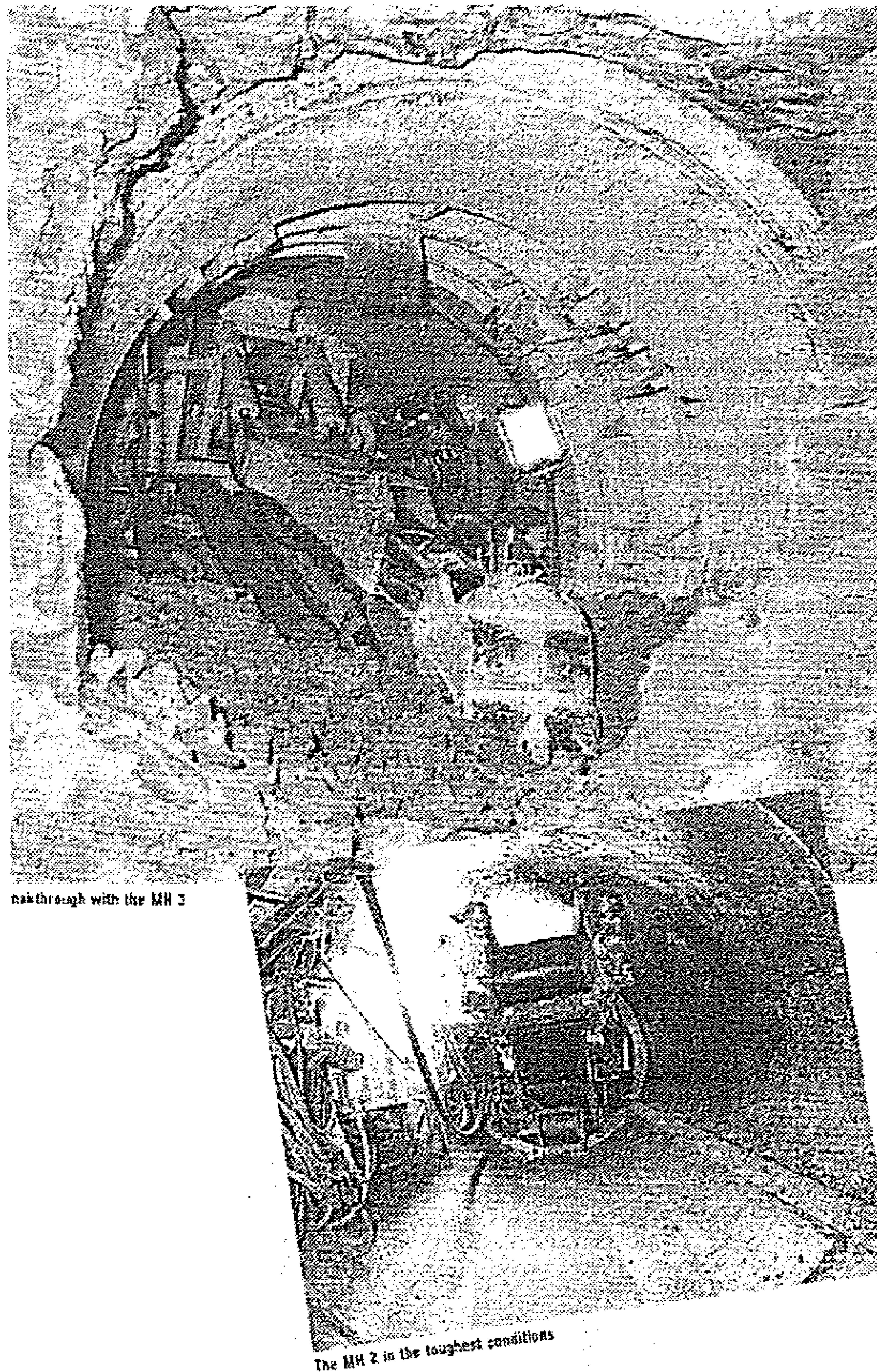
٤ – الحفر بطريقة المروحة الدائرية : وتستخدم في حالة العمل أسفل منسوب مياه الرشح .



تابع شكل (٨) قيام الحفارة بالعمل



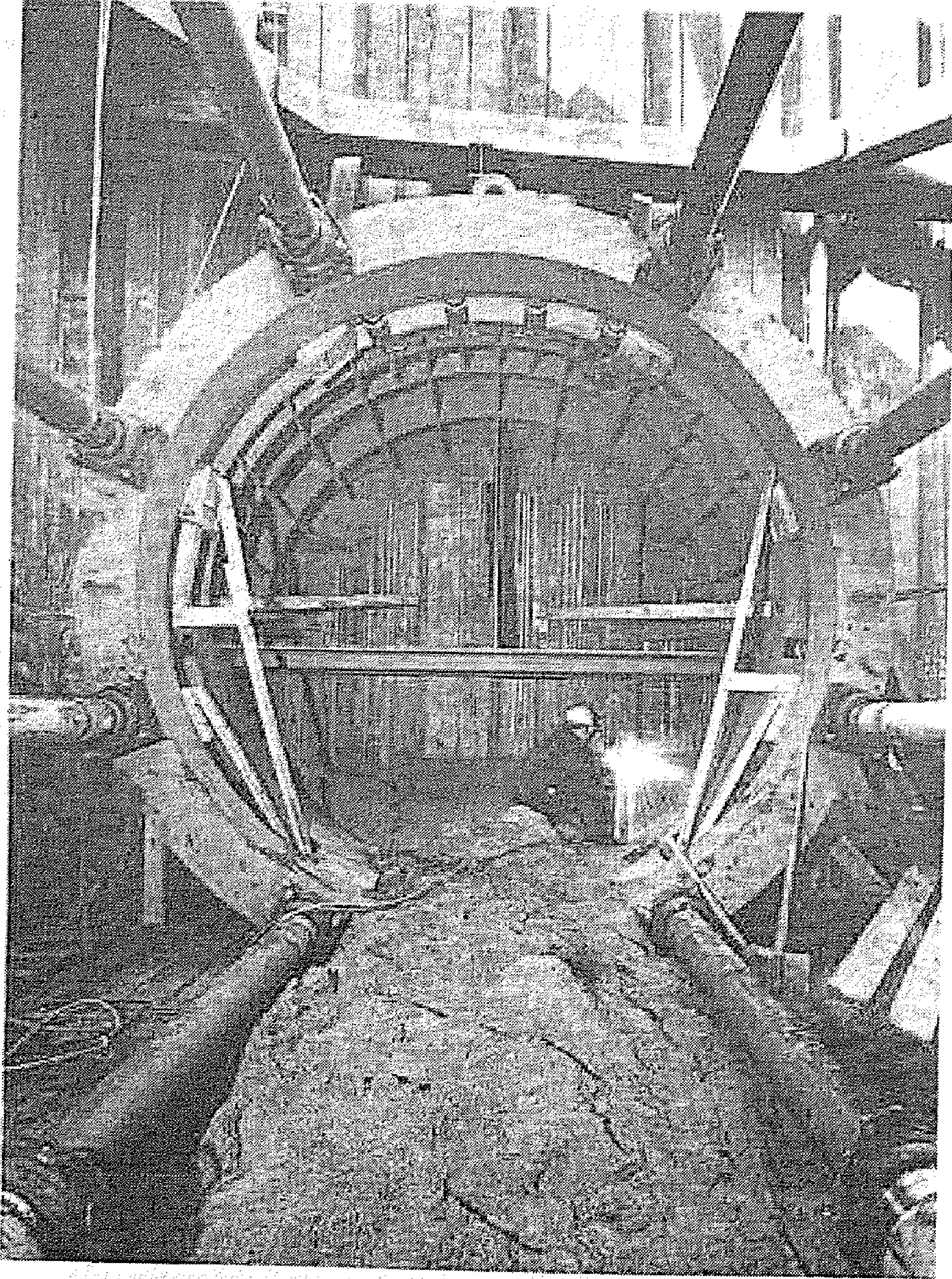
شكل (٩) الحفارة عبارة عن حفار داخلي مثبت في الدرع – يشترط جفاف التربة



شكل (٩) الحفار داخل الدرع ويقوم بالحفر في تربة جافة بينما (في الصورة السفلي) سير ناقل

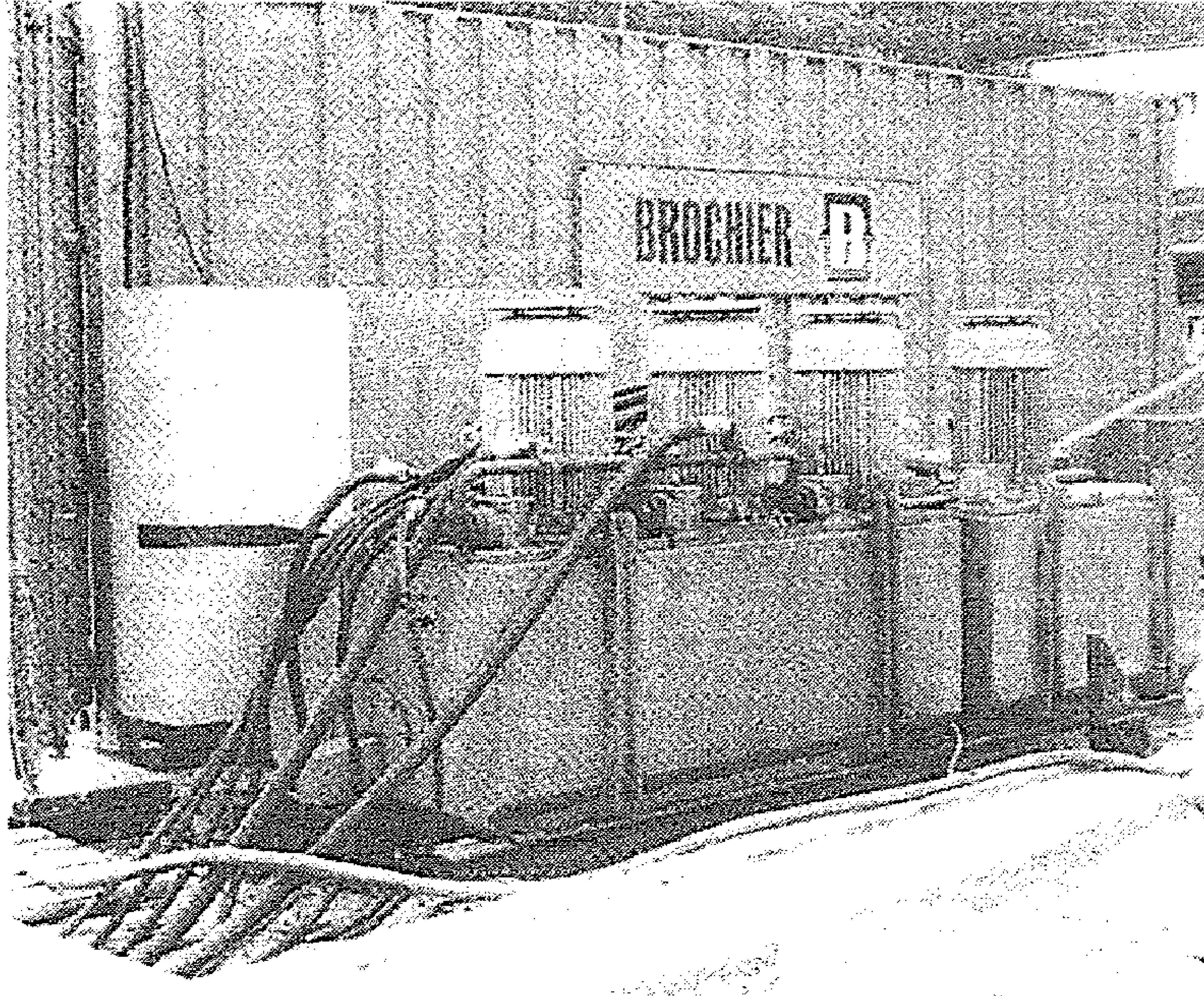
٥ - الروافع الرئيسية :

وتكون هذه الروافع مزدوجة الأنفراج Double stroke– شكل (١٠) ، ويمكن لها أن تنفرج حتي يبلغ أقصي أنفراج لها ٥ أمتار وتبلغ قدرة الرافعة الواحدة أكثر من ٣٠٠ طن .

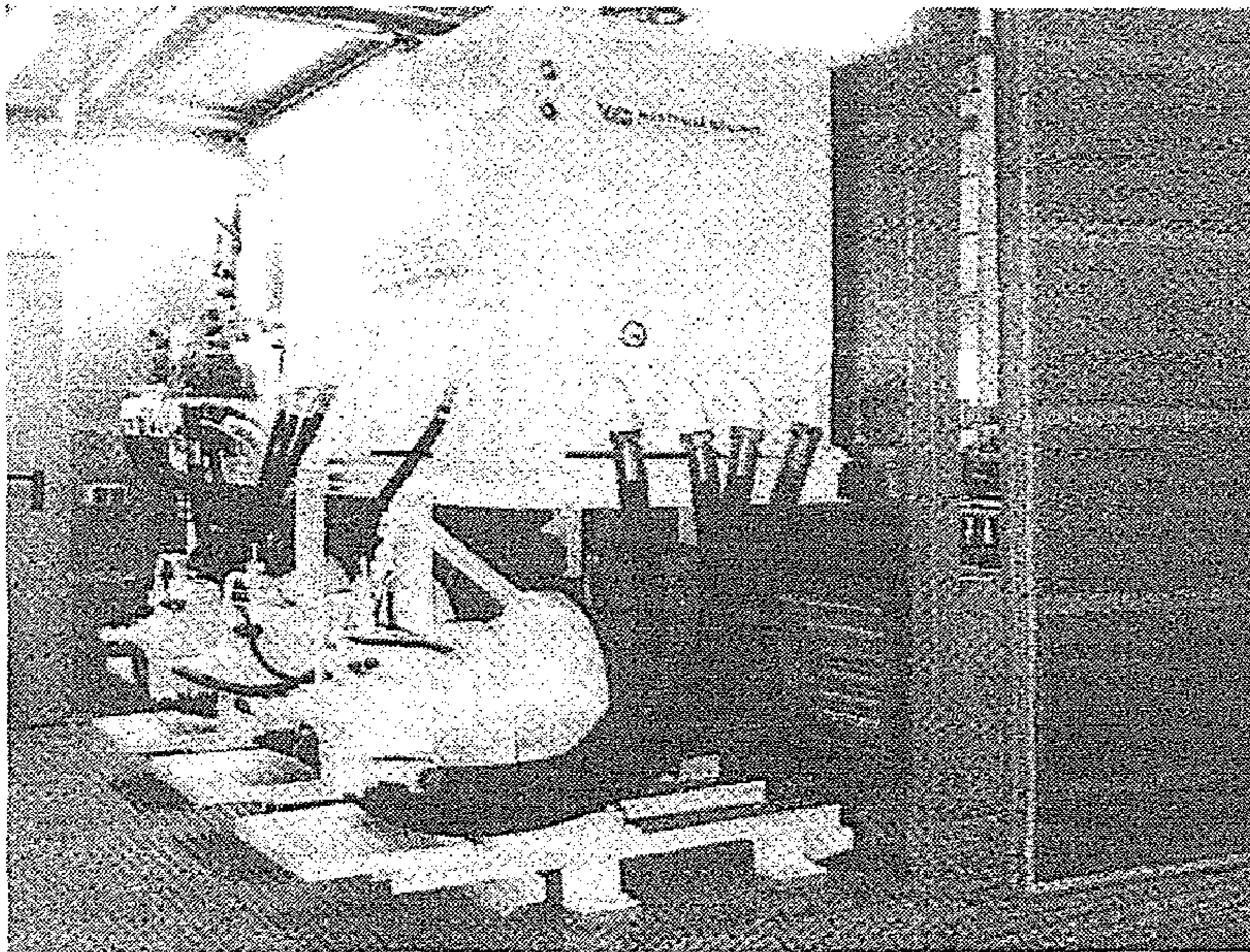


شكل (١٠) الروافع الهيدروليكية أثناء دفع المواسير

تدفع هذه الروافع حلقة دائرية (Diaphragm) التي ترتكز علي محيط الماسورة . كما يلتحق بها ، ماكينة ضغط الزيت للروافع والتي تعمل علي ضغوط عالية جدا- شكل (١١) . كما يلتحق بها أيضا لوحة التحكم – شكل (١٢) .



شكل (١١) ضواغط الزيت **Power pack**

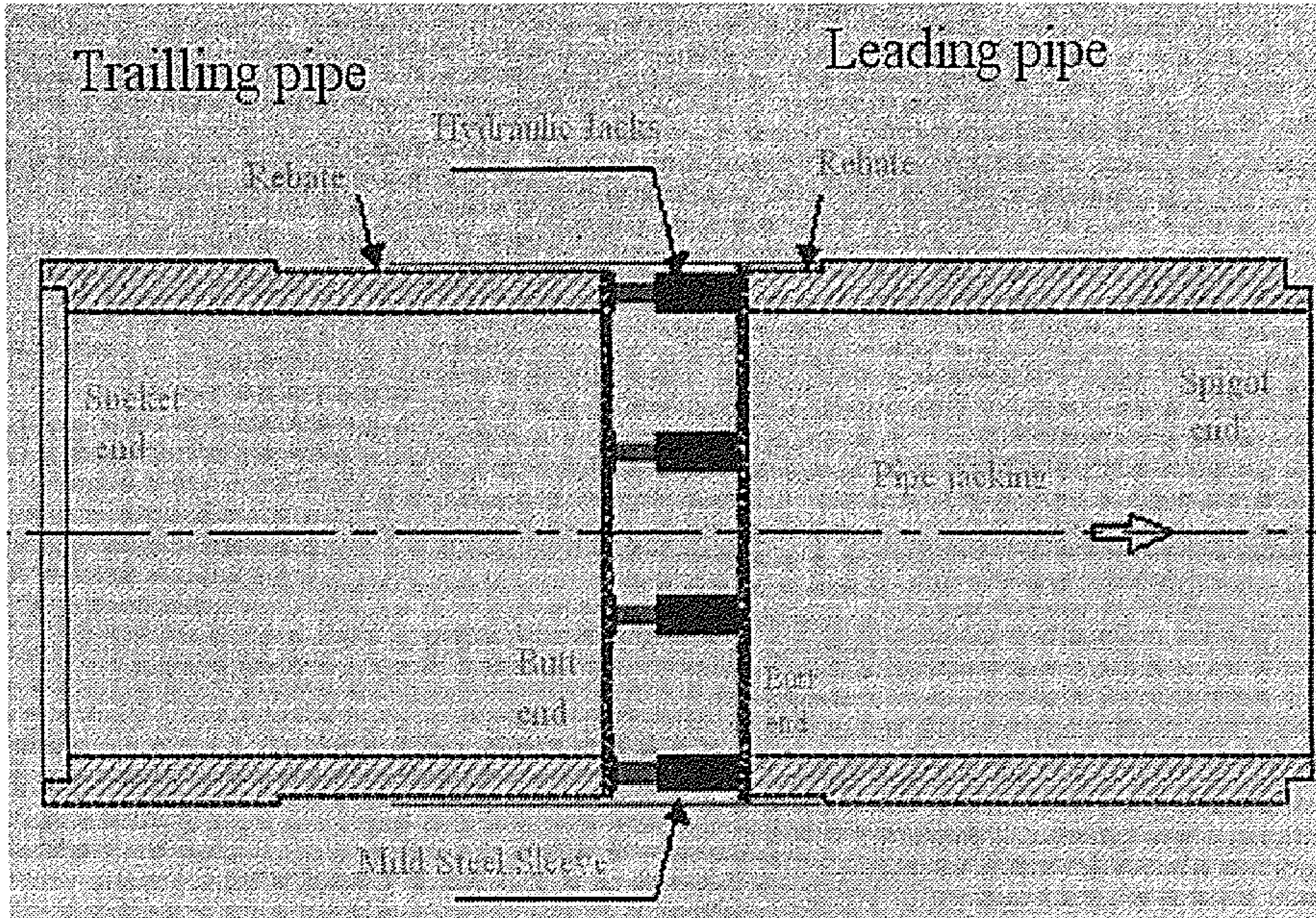


شكل (١٢) لوحة التحكم

٦ – محطات الدفع الوسطي Intermediate Jacking Stations : :

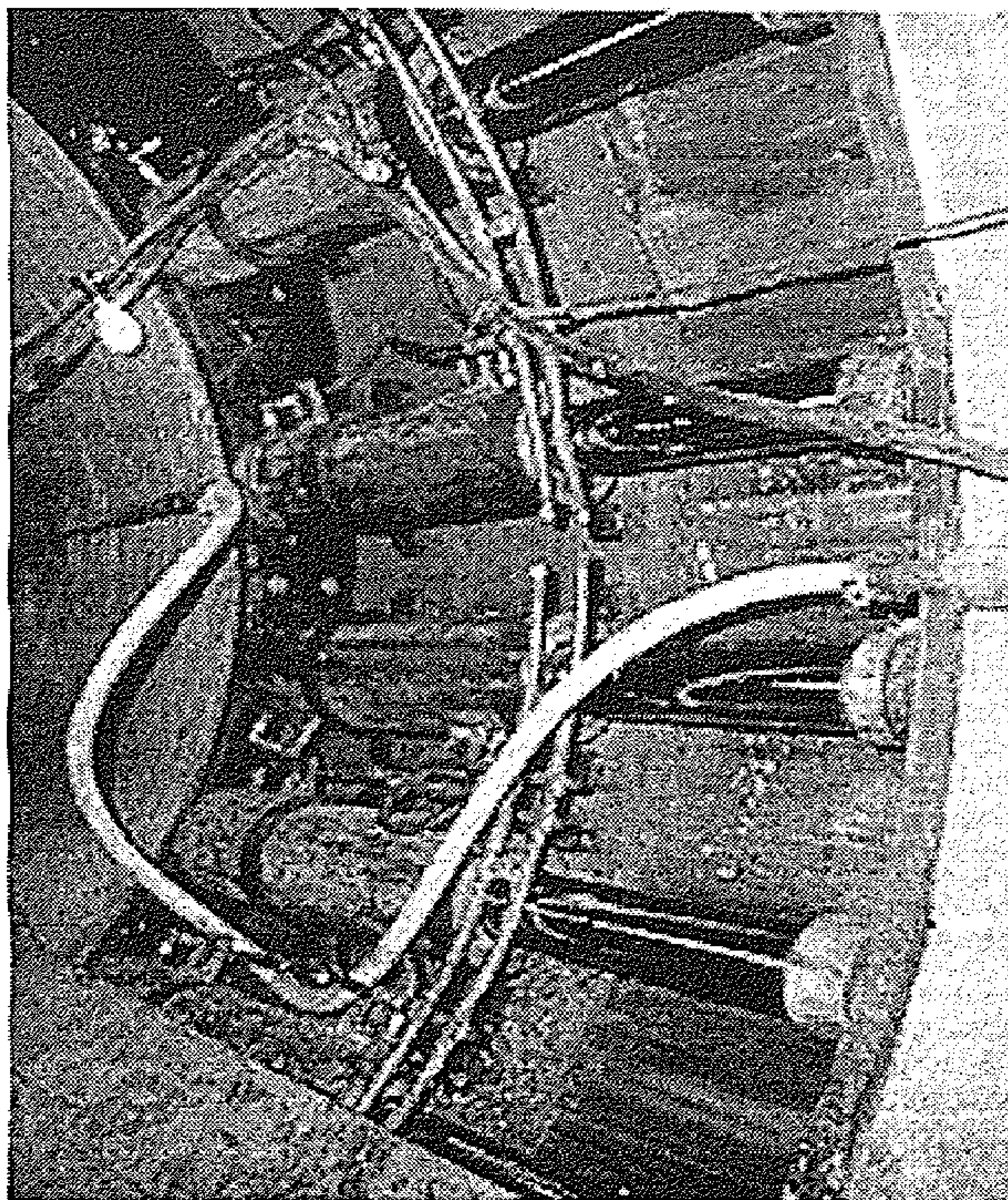
يمكن للروافع الهيدروليكيه الرئيسيه دفع حوالي ٨٠ مترا طوليا و لا يمكنها الأستمرار حيث تتعاظم قوي الأحتــكاك علي بدن المواسير . بعد دفع هذه المسافة يتم تركيــب محطه الدفع الوسطي . تتكون محطه الدفع الوسطي من روافع هيدروليكية تركب علي محيط الماسوره من الداخل – لها نفس قدره الروافع الأصلية و لكنها أكثر في العدد – مسافه الأنفراج حوالي ٣٠ سم . يتم تصنيع ماسورة خرسانية خاصة لهذه المحطة و تركب مثل خط المواسير – شكل (١٣) . يمكن تركيب أي عدد من المحطات و لكن ذلك غير أقتصادي . و قد تحدد الطول الأقتصادي بمسافة ٣٥٠ – ٤٠٠ متر طولي . عند تشغيل الروافع الرئيسية و عند الأنفراج الأقصي لها – تبدأ أول محطــة دفــع وسطي في الأنفراج حتي نهاية مشوارها ثم تبدأ في تشغيل المحطه الوسطي الثانيــة حتي آخر أنفراجها ثم المحطه الــثالــثه و هكذا . بعد أنتهاء المحطات الوسطي من عملية الدفع تنكمش روافع الدفع الرئيسية ثم ننزل الماسوره الــتالية وتدفعها الروافع الرئيسية حتي كامل أنفراجها ثم تنكمش روافع المحطة الوسطي الأولي ثم تبدأ فــي الأنفراج حتي نهايه مشوار المكبس لتنكمش المحطة الوسطي الثانيه ثــم تبــدأ فــي الأنفراج حتي نهاية مشوار المكبس و في نفس الوقت تنكمش المحطة الوسطي الثالثه و هكذا . بالطبع نري مدي تعقيد و بطيء هذه العملية و صغر المعــدلات – لــذا لا ينصح باستخدام أكثر من ٤ محطات وسطى .

Interjack pipes



شكل (١٣) رسم تخطيطي للروافع بالمحطة الوسطي

Intermediate Jacking Station



شكل (١٣) روافع الدفع المتوسطة

٧ - الأجهزه المساحية Survaying Instruments : :

تستخدم أجهزة الليزر في هذا العمل لضبط الأستقامة و الميل - حيث يثبت جهاز الليزر في غرفة الدفع في مكان آمن و يضبط علي الميل المطلوب حيث يصدر أشعه مستقيمة تستقبلها لوحة أستقبال الأشعة المثبته بالدرع الأمامي بجوار سائق الحفارة حيث يقوم السائق بمراقبة اللوحة . و في حاله أي أنحراف للدرع يتم ضبطه عن طريق روافع التوجيه الأماميه ليتم تعديل المسار .

٨ - المطابق Manholes :

بعد أنتهاء دفع المواسير - يحدد أماكن المطابق ثم يتم الحفر حتي نصل الي ظهر الماسورة. نبدأ في التكسير في بدن الماسورة بقطر يساوي القطر الخارجي للمطبق ثم تثني أسياخ حديد التسليح الي أعلي و توضع الفرمة المعدنيه - رأسيه تماما - و يوضع بها أسياخ الحديد (الأشارات) من الماسوره و يستكمل التسليح في الفرمة ثم الصب . يمكن بعد ذلك تركيب باقي حلقات المطبق سابق التجهيز حتي منسوب الشارع .

٩ - وحده ضغط الهواء Compressed Air :

تستخدم وحدة ضغط الهواء - في بعض طرازات الماكينات - في حالة وجود النفق تحت منسوب مياه الرشح . يتم عمل بعض التعديلات كما يلي :

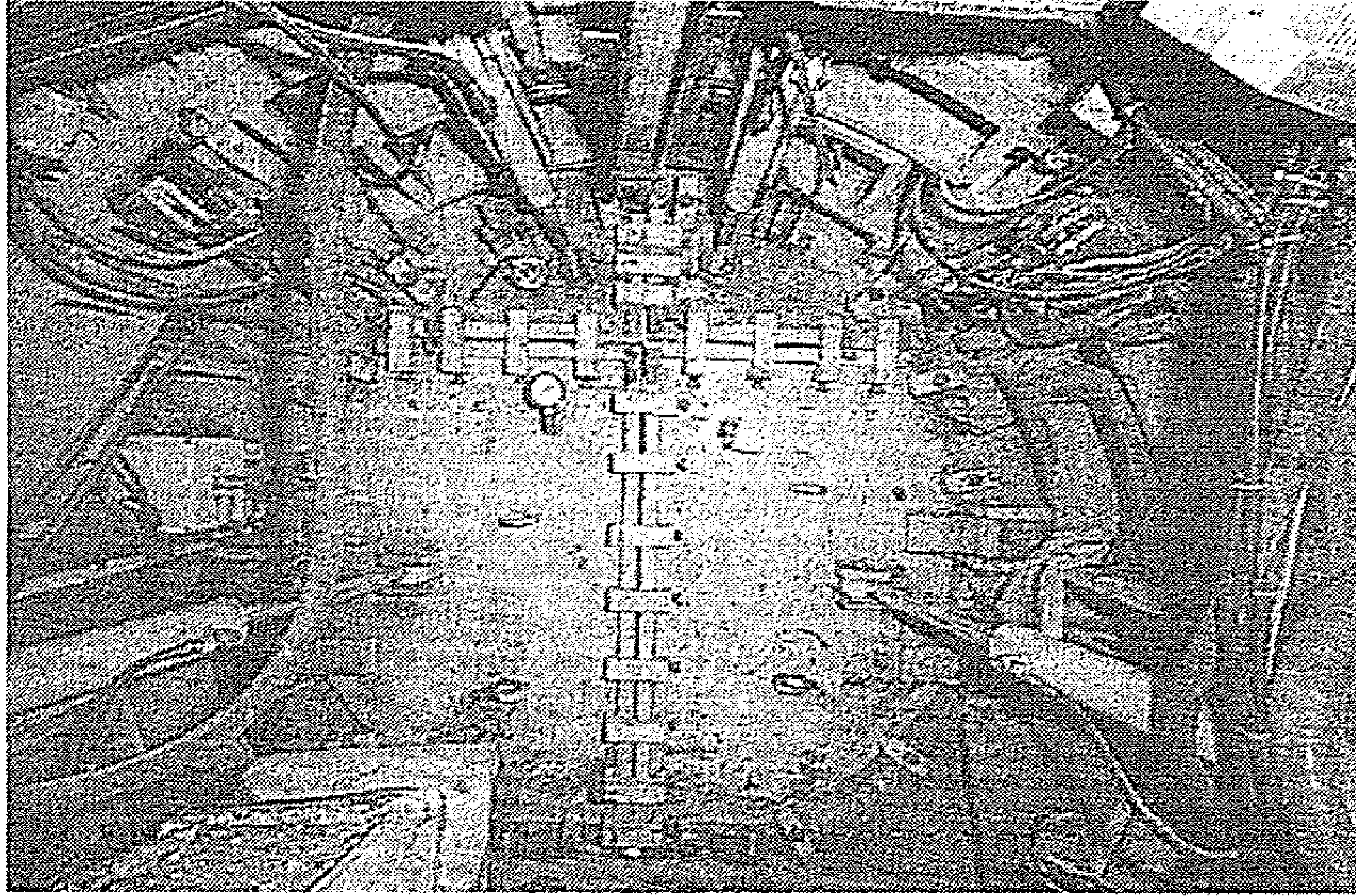
١ - تعمل بوابة حديدية أولي - بكامل القطاع الداخلي للمواسير - بعد أول ماسورتين من الدرع و لها باب يمكن لعربات نقل التربة من الدخول و الخروج . تكون هذه البوابه محكمة ضد تسرب الهواء ثم تعمل بوابة أخري ثانيه مماثله علي بعد ١٥ متر من البوابه الأولي - شكل (١٤. (

يتم غلق باب الغرفة الثانية الخارجي ثم يضغط الهواء داخل الغرفة الأولي عند الدرع و الغرفة الثانية المجاورة بحيث يكون الضغط الهوائي بهما مساويا لأرتفاع عمود المياه فوق النفق مع عمل زيادة طفيفة لمعادلة الفاقد و حتي تختفي مياه الرشح .

نبدأ الحفر و تعبئه العربات و تدفع هذه العربات بعد الملء الي الغرفه المجاورة.
تغلق البوابه الأولي ثم تفتح البوابه الثانية و تسحب العربات الي الخـــارج للتفريـــغ . تعود العربات بعد التفريغ الي الغرفة الثانيه ثم تغلق البوابة الثانية و يرفـــع ضـــغط الهواء بالغرفة الثانية حتي يتساوي مع الضغط داخل الغرفه الأولي . يمكن عندئذ فتح البوابة الأولي لتدخل العربات للتحميل مره أخري و هكذا . هذا التكنيك قديم ولا يعمل ألا في حالات نادرة وفي الطرازات القديمة .

١٠ – ماكينة خلط البنتونايت :

البنتونايت عباره عن طفلة مطحونة و ناعمة بدرجه فائقة جدا –، عند خلطها بالمياه تكون روبة مماثله للشحم . يخلط البنتونايت مع المياه في خلاطه خاصة ثم تدفع الي وعاء الحقن الذي يدفع الخليط – بضغط الهواء – و من خلال الثقوب الموجودة فـــي بدن المواسير لملء الفراغ خارج الماسورة .



شكل (١٤) غلق النفق في حالة أستخدام الهواء المضغوط

١١ – وحده توليد الكهرباء :

يجب توفير وحده توليد كهرباء ذات قدره مناسبة و كافيه لـــتشغيل معدات الدفع فـــي حالة أنقطاع الـــتيار الكهربائي حتي لا يتوقف العمل .

طريقة التنفيذ :

١ - تنشأ غرفة الدفع و يتم تركيب المعدات و الروافع بها.

٢ - نبدأ الحفر – يدويا – و بعمق كافي يستوعب طول الدرع، ننزل الدرع الأمامي ويدفع الي الداخل.

٣ - ننزل أول ماسورة داخل غرفة الدفع خلف الدرع . نبدأ في تشغيل الروافع لتدفع المواسير في أتجاه النفق مع أستمرار عمليه الحفر . يتم أخراج الحفر بأي طريقة كما ذكر.

٤ - ننزل الماسوره الثانية و يتم تركيبها في الماسورة الأولي ثم تدفع الماسورتين في أتجاه النفق . يتم ضبط الأفقية و الميل بواسطة جهاز الليزر المركب في مكان آمن في غرفه الدفع.

٥ - يعمل حقن بنتونايت للماسورة الثانية خلال ثقب الحقن ثم توضع سدادة فيه بعد الأمتلاء.

٦ - ننزل الماسورة الثالثة و يتم تركيبها مع الماسورة الثانية ثم تدفع الروافع المواسير الثلاثة داخل النفق و هكذا.

٧ - يستمر العمل حتي الوصول الي المرحلة التي يتم تركيب محطه الدفع الوسطي بعد ٨٠ متر . تقوم هذه المحطةبدفع المواسير مع المحطه الأصليه حتي موضع محطه الدفع الوسطي الثانية بعد مسافة ٨٠ متر أخري . تركب هذه المحطة و نستأنف الدفع مرة أخري (مع محطات الدفع الأخري) و هكذا.

وهناك بعض المعدلات الأسترشادية لماكيتات الأنفاق – شركة هرنكنيخت HERRENKNECHT الألمانية :

طراز المعدة	القطر الداخلي للنفق (مم)	المعدل / ١٢ ساعة (متر)
MH3-L	١٠٠٠ - ١٢٠٠	٢٥
MH3	١٢٠٠ - ١٧٠٠	٤٠
MH-2	١٧٠٠ - ٢٧٠٠	٢٦
MH1	٢٧٠٠- ٣٥٠٠	١٩
حفارة تعمل بحركة دائرية	٣٥٠٠ فأكبر	أكبر من ١٠ متر

تجربه النفق :

يتم تجربة النفق بحساب كمية الماء الراشحة من الخارج الي الداخل Infiltration Test كما يلي :

١ - يتم علاج نقاط الرشح الظاهرة داخل النفق بالحقن.

٢ - يحدد القطاع المطلوب أختباره ثم يبني سد من المباني عند كل طرف بارتفاع أعلي من مياه الرشح التي قد تكون موجودة بالنفق.

٣ - تعمل علامة عند سطح الماء و ننتظر ٢٤ ساعة ثم تعمل علامه ثانية لمنسوب المياه الجديد.

٤ - تحسب كمية المياه المتكونة خلال ٢٤ ساعة:

طول القطاع تحت التجربة × عرض القطاع المائي × ارتفاع المياه (الفرق بين العلامتين).

تكون كمية مياه الرشح المسموح بها من الخارج الي الداخل:

18.5لتر / مم من قطر النفق / كم من طول النفق / يوم.

أذا زادت كمية المياه الراشحه عن هذا المعدل فيجب معالجة أماكن الرشح و علاجها ثم تعاد التجربة مره ثانية.

يمكن أن تجري التجربة فترة ٨ ساعات علي الأقل ثم تحسب كمية الرشح.

ملاحظة :

١ - يجب أن لا يقل أرتفاع الأرض فوق النفق عن ٢,٥ مـــرة للقطـــر حتـــي لا يتسرب الهواء المضغوط أو حدوث قلقلة لسطح الأرض .

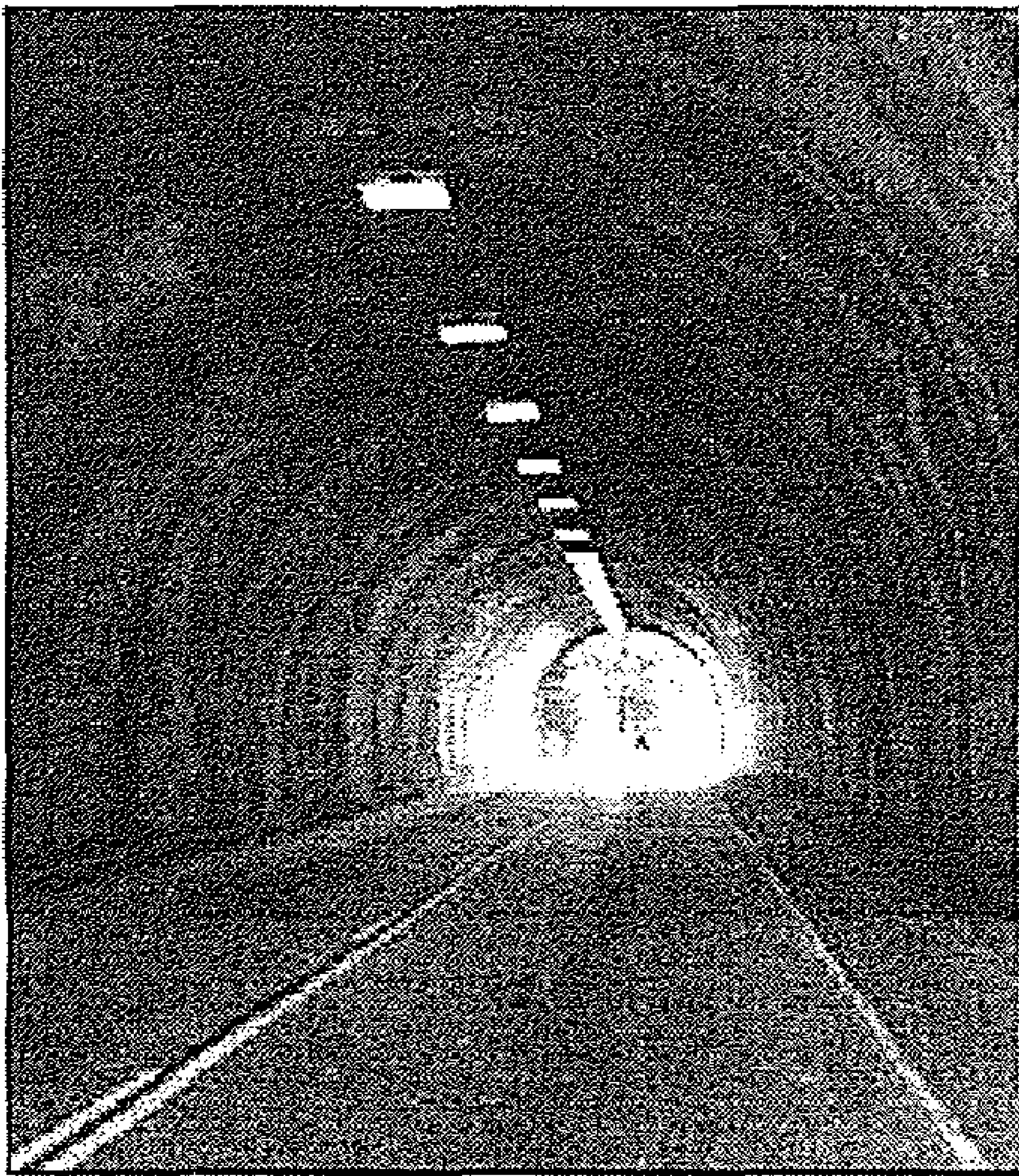
٢ - لمراعاة الأقتصاد في تكاليف أنشاء الأنفاق ، تستخدم معدات تنفيذ الأنفاق التي تعمل بالحفر اليدوي في الأنفاق ذات الطول القصير مثل تعـــديات الطـــرق و السكك الحديدية (بشرط جفاف المسار) ، بينما تستخدم معدات تنفيذ الأنفـــاق المميكنه بالكامل Fully Mechanized في الأنفاق الـــتي يكون طولها ١,٥ - ٢ كم فأكثر .

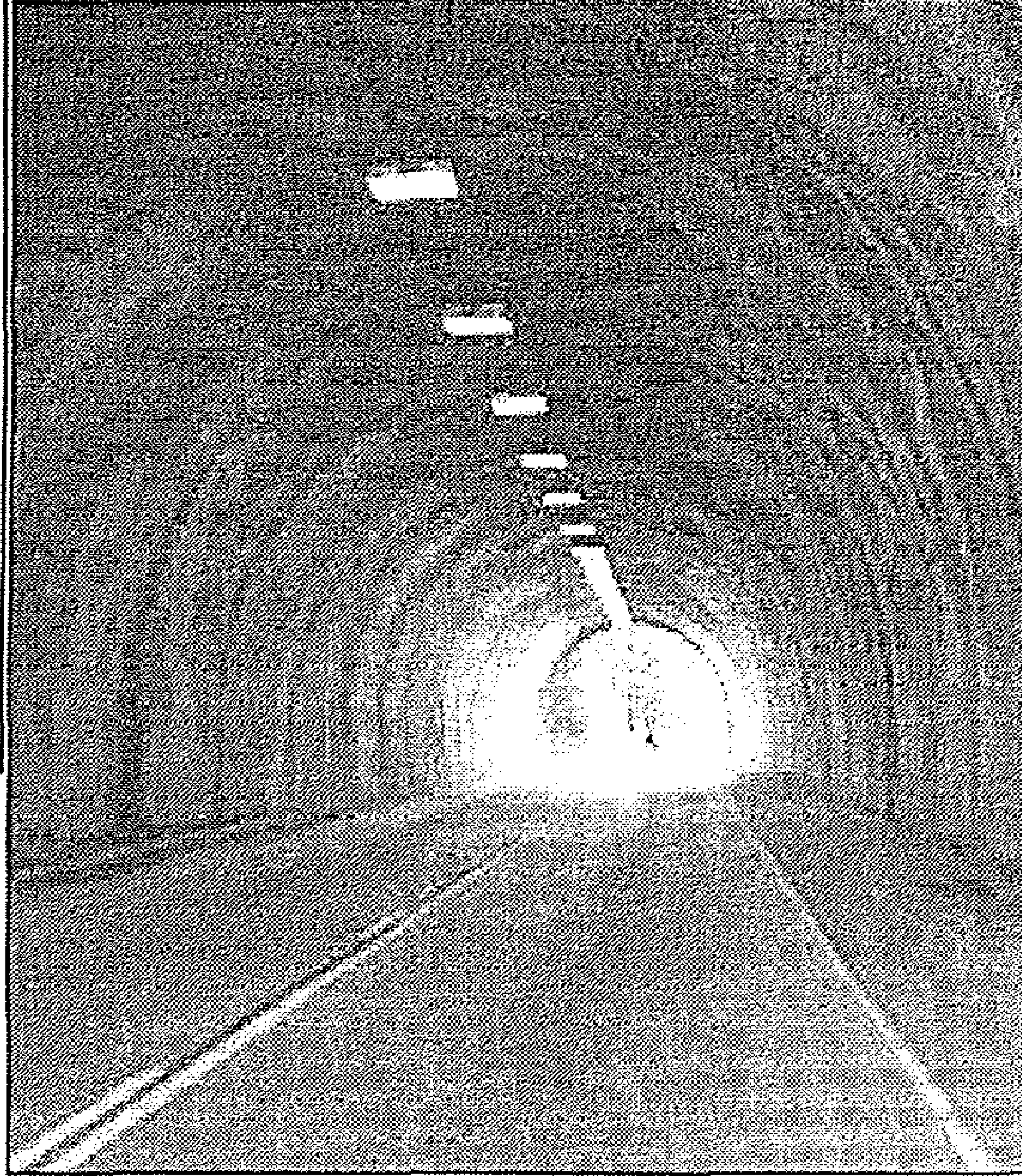
المراجع

١ - كتالوجات الشركات المنتجة لمعدات الأنفاق.

٢ - عمليات الأنفاق المنفذة في شركة المقاولون العرب.

٣- هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحي م/ محمود حسين المصيلحي.





الباب الخامس

الأنفاق المجزأة
Segmental tunnels

الأنفاق المجزأة

Segmental Tunnels

مقدمة :

عندما يتطلب الأمر أنشاء أنفاق ذات قطر كبير – أكبر من ٣ متر – فإن الحل الوحيد هو أستخدام طريقة الأنفاق المجزأة حيث أمكانات الـتنفيذ للأقطار الكبيرة.

و من الأمثله البارزة في هذا الشأن :

- مترو الأنفاق – المرحله الـثانية بمدينه القاهرة – قطر ٩ متر .
- نفق الشهيد أحمد حمدي أسفل قناة السويس – قطر ١٠,٤ متر.
- نفق الصرف الصحي للقاهرة الكبري – قطر ٥,٥ متر .
- يمكن أيضا تنفيذ الأنفاق بالطريقة السابقة حتي قطر ١,٥ متر – و للأنفاق الأقل قطرا فيمكن أستخدام المواسير .

أولا : غرفة البداية (أنفاق الصرف الصحي فقط – الأنفاق الصغيرة نسبيا) :

أختيار أماكن غرف الدفع :

١- بداية النفق .

٢ – تغير قطر النفق .

٣ – تغير أتجاه النفق .

٤ – تغير منسوب دخول النفق عن منسوب الخروج .

٥ – يفضل أن يكون موقع الغرفة أمام الشوارع العرضية .

٦ – كل مسافة مناسبة وأقتصادية تبعا لنوع الماكينة .

طريقة الأنشاء :

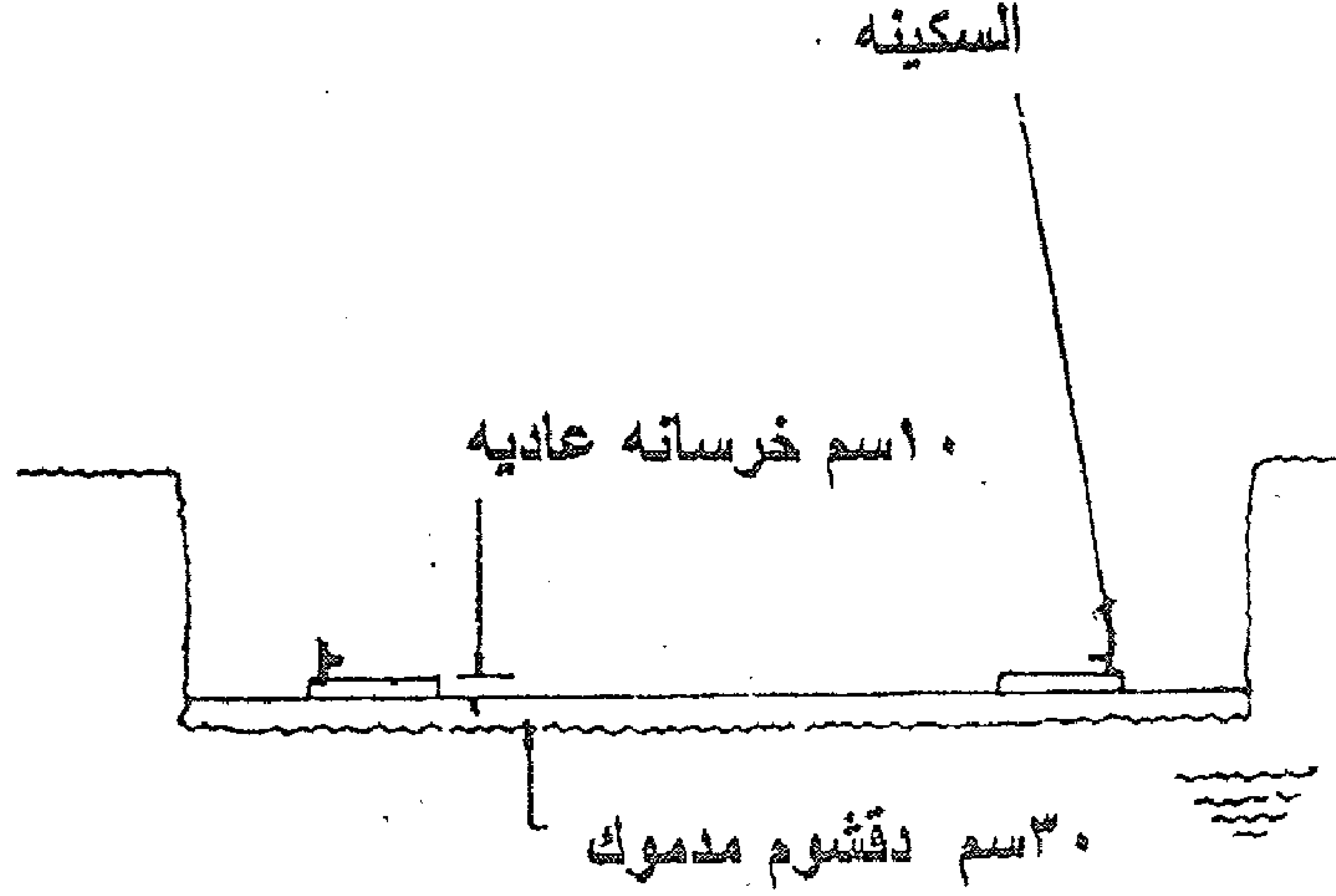
المرحلة الأولي :

١ – الحفر المكشوف حتي منسوب مياه الرشح .

٢ – وضع ودمك طبقة مستوية من الدقشوم سمكها = ٣- ٥ سم .

٣ – صب ١٠ سم خرسانة عادية علي منسوب أفقي واحد أسفل السكين القاطع .

٤ – وضع وتثبيت ولحام السكين القاطع Cutting Edge .

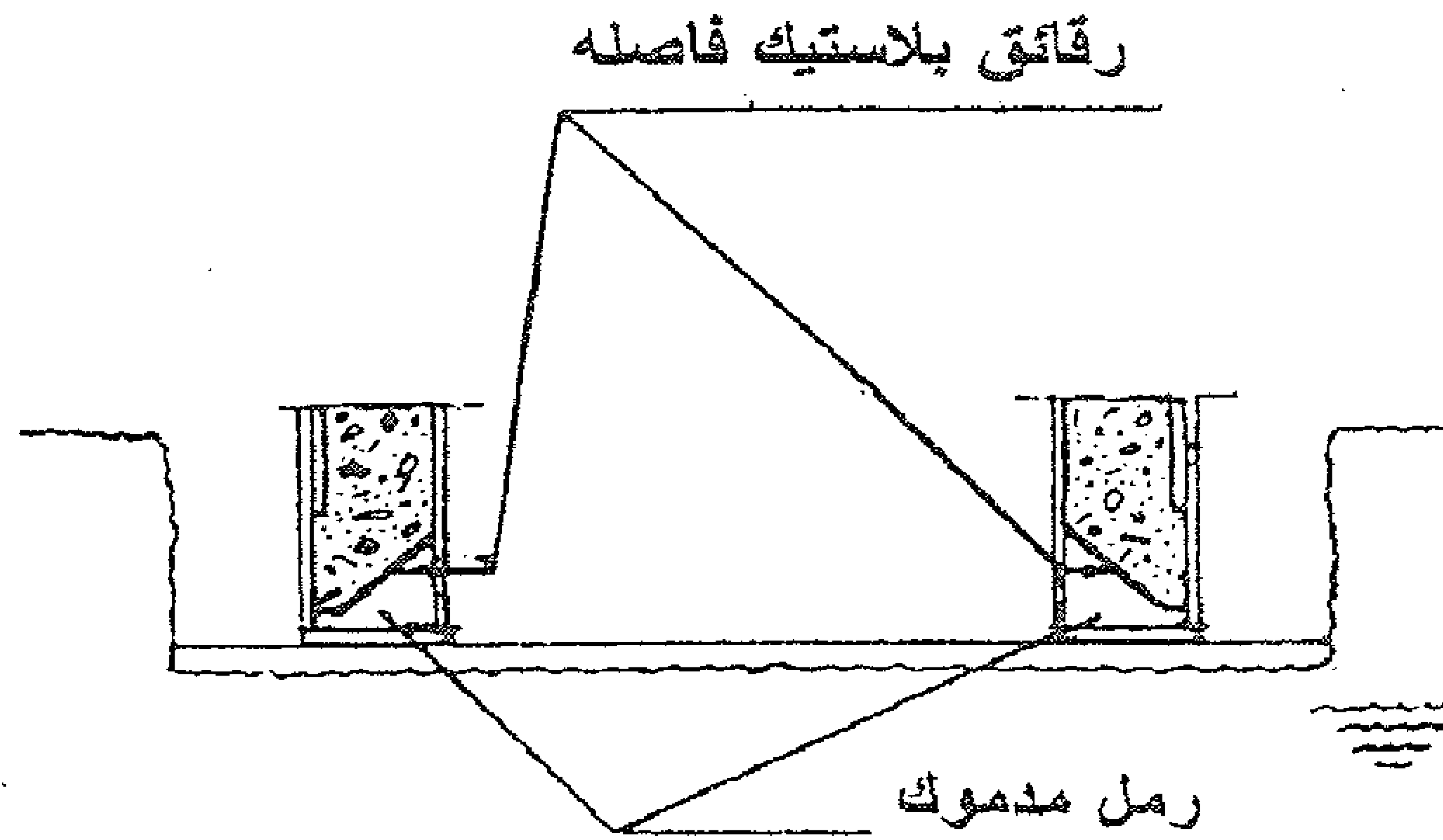


المرحلة الثانية :

١ – الردم والدمك بالرمال مع تشكيل طبقة الرمال عند السكين القاطع .

٢ – وضع رقائق البلاستيك عند الجزء المشطوف من السكين القاطع .

٣ – عمل شدة النجارة للحطة الأولي ثم تسليحها ثم الصب .



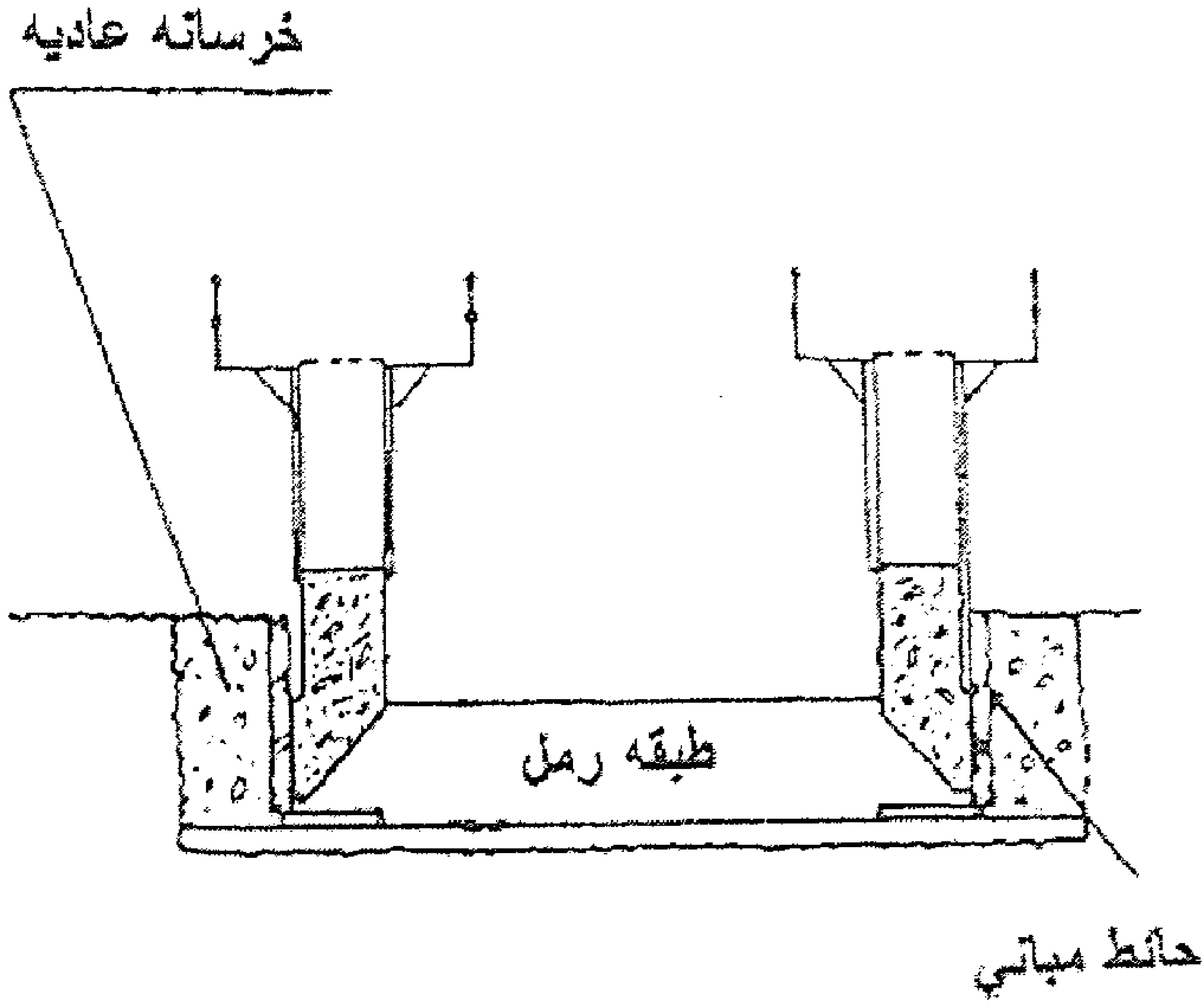
المرحلة الثالثة :

١ – عمل فتحات دخول وخروج النفق – يتم سدها مؤقتا بالخرسانة العادية أو المباني .

٢ – تركيب الشدة المعدنية أو الخشبية الداخلية والخارجية للحطة الثانية .

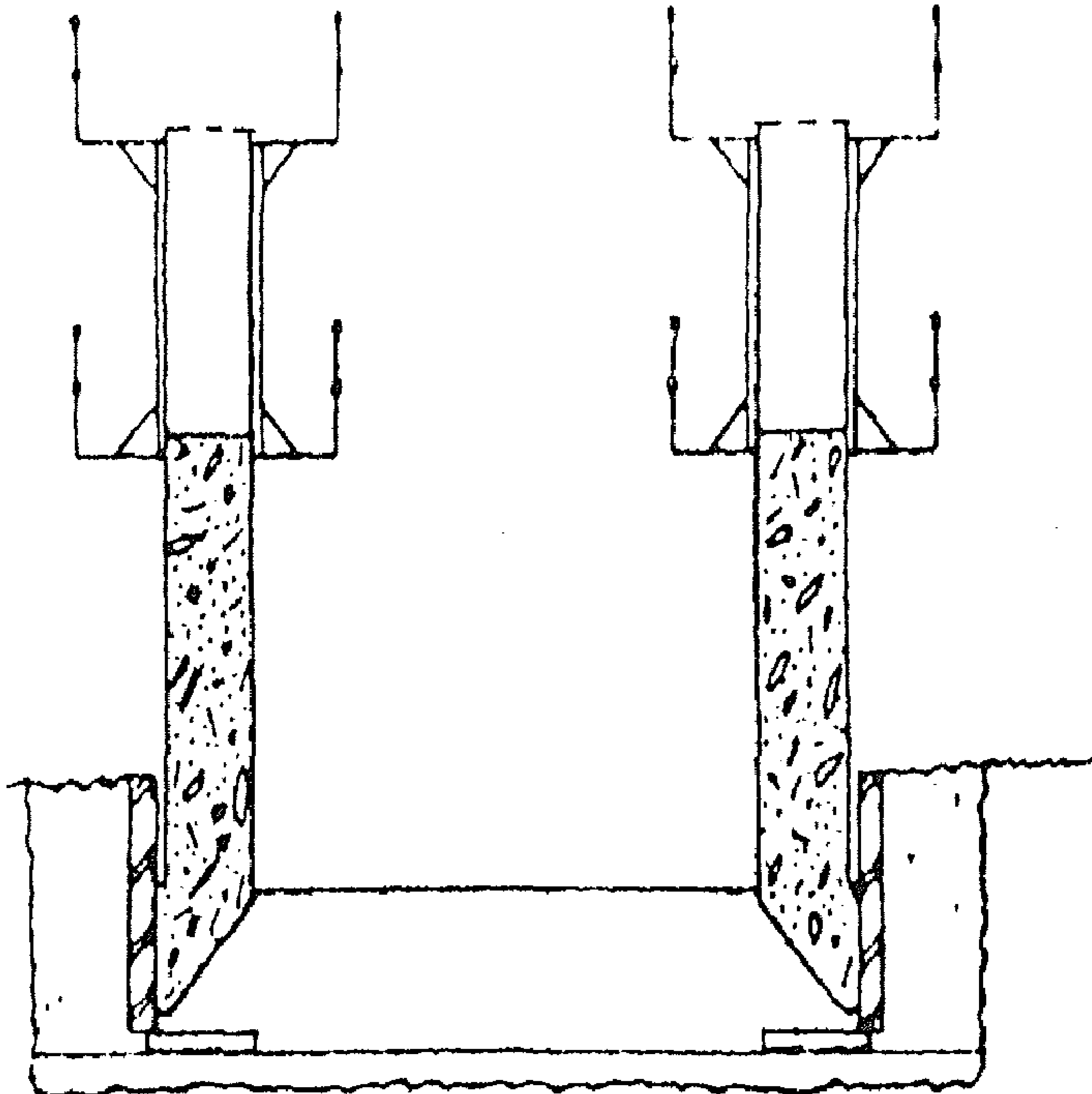
٣ – بناء حائط ١/٢ طوبة من الخارج .

٤ – صب خرسانة ضعيفة خلف الحائط .



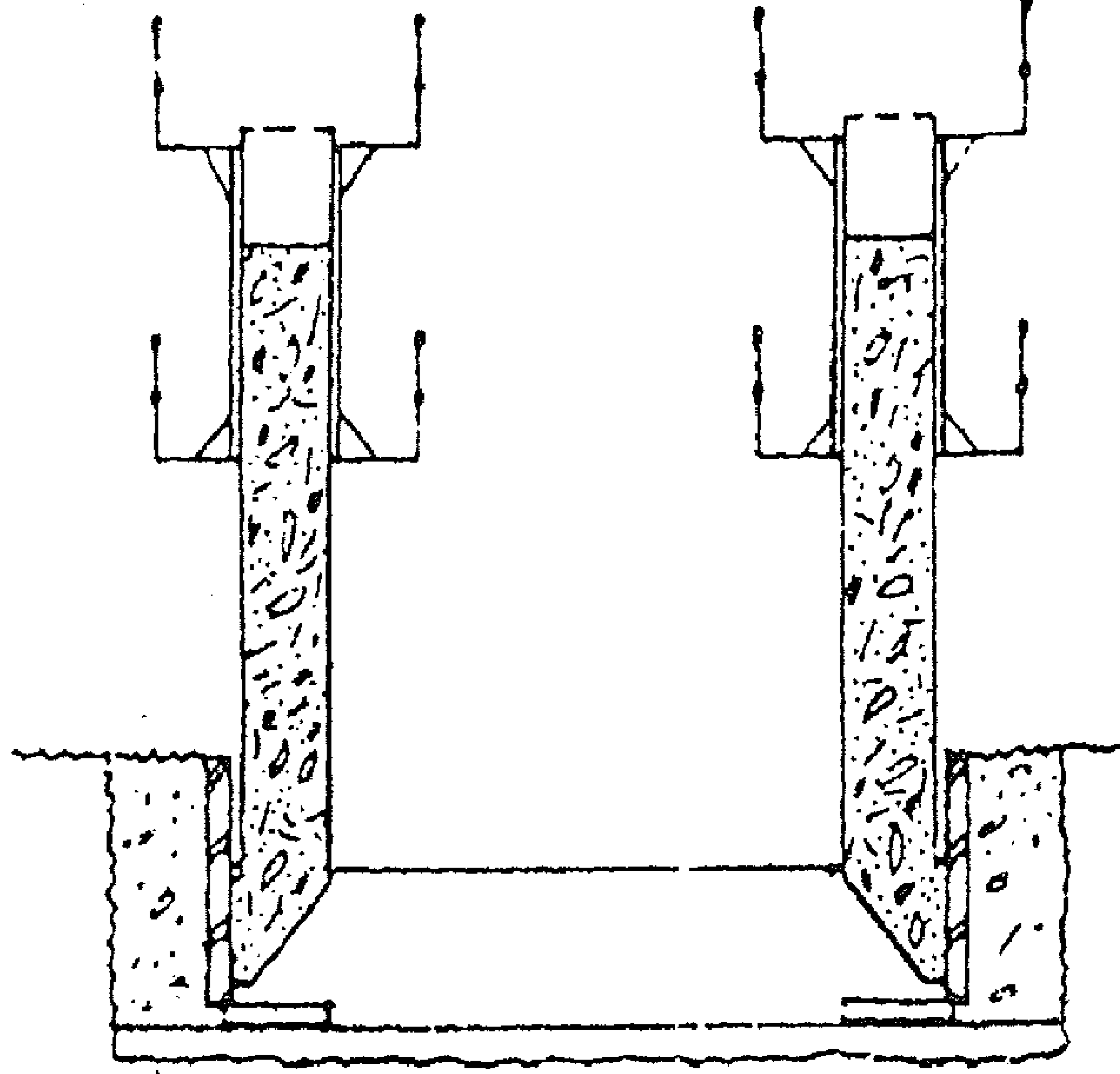
المرحلة الرابعة :

١ – صب الحطات الخرسانية للحوائط .



المرحلة الخامسة :

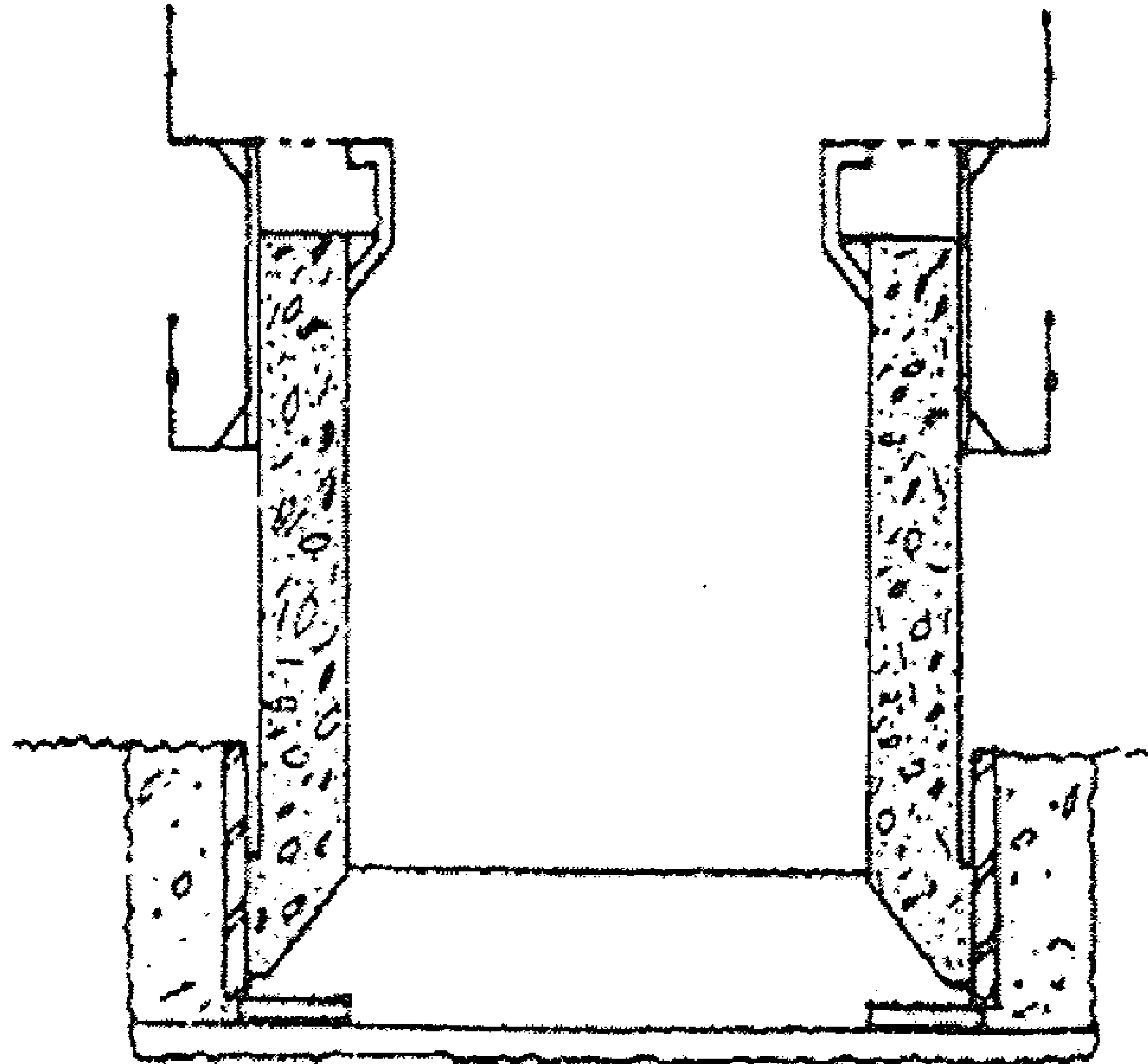
١ – أستكمال صب الحوائط حتي بطنية سقف البيارة .



المرحلة السادسة :

١ – أزالة الشدة الداخلية .

٢ – عمل شدة كمرة الونش الداخلية ثم التسليح ثم الصب .

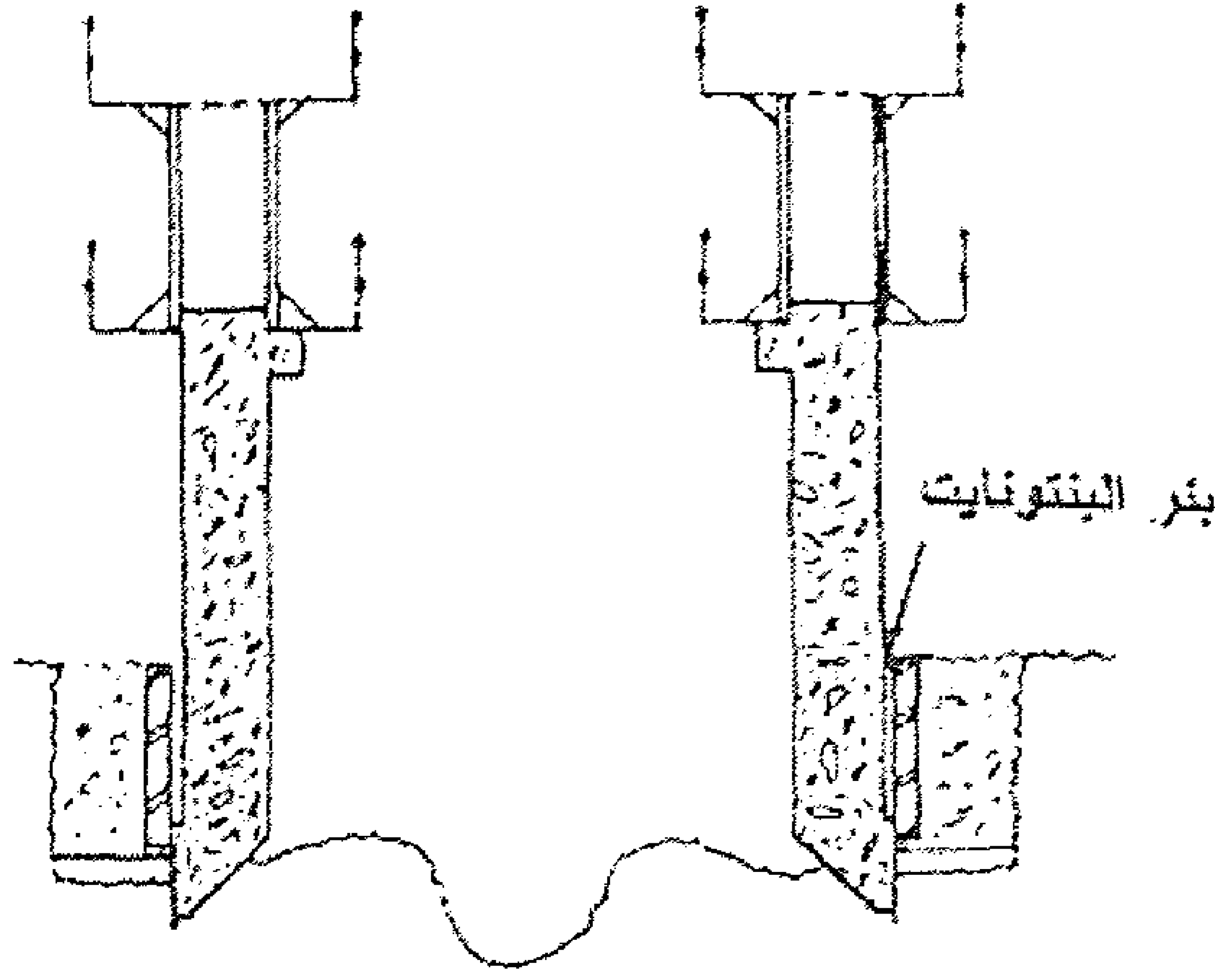


المرحلة السابعة :

١ – أزالة شدة كمرة الونش .

٢ – أعادة تركيب الشدة الداخلية والخارجية .

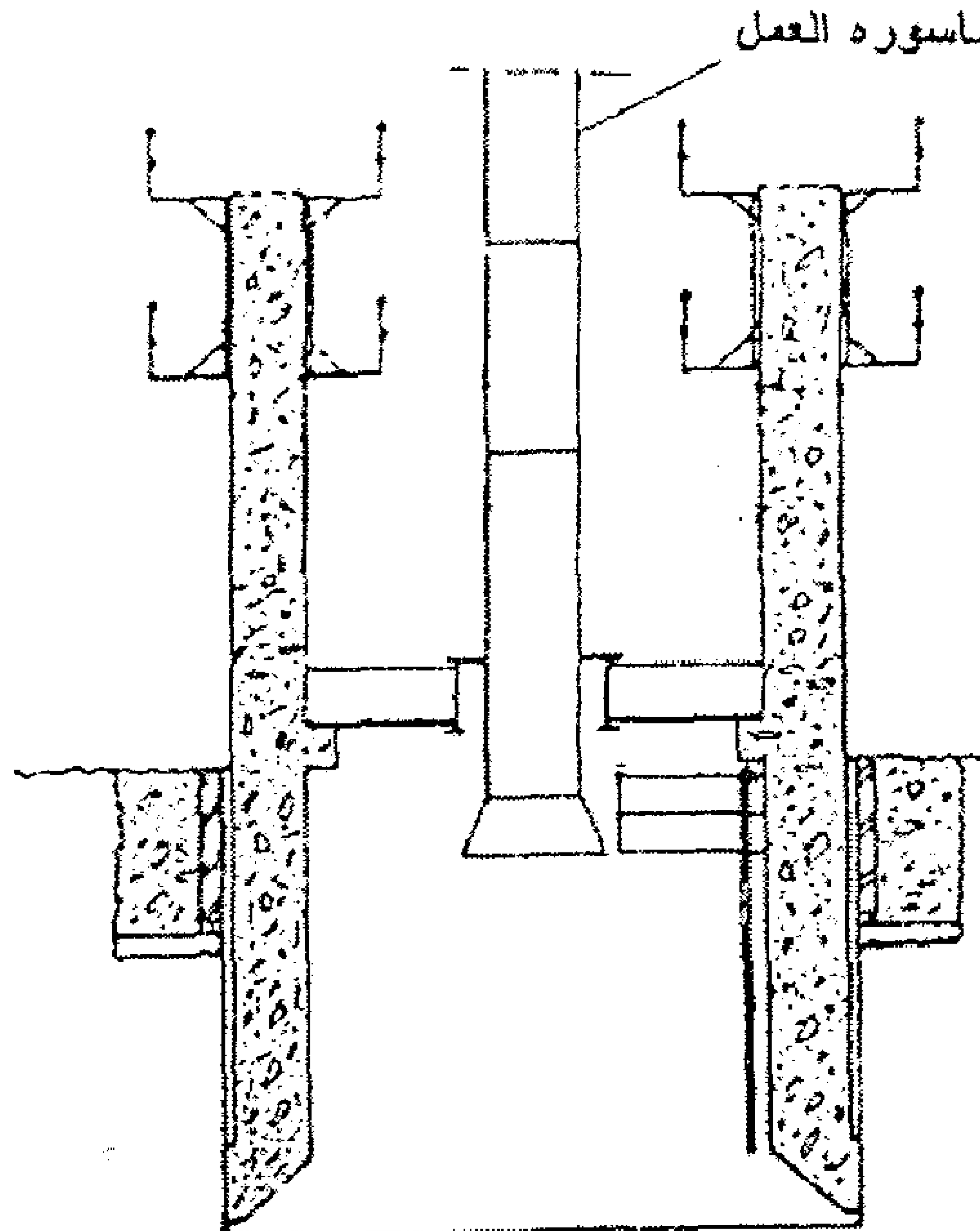
٣ – بدأ التغويص حتي منسوب مياه الرشح .



المرحلة الثامنة :

١ – أستمرار الصب .

٢ – تركيب معدات الهواء المضغوط .

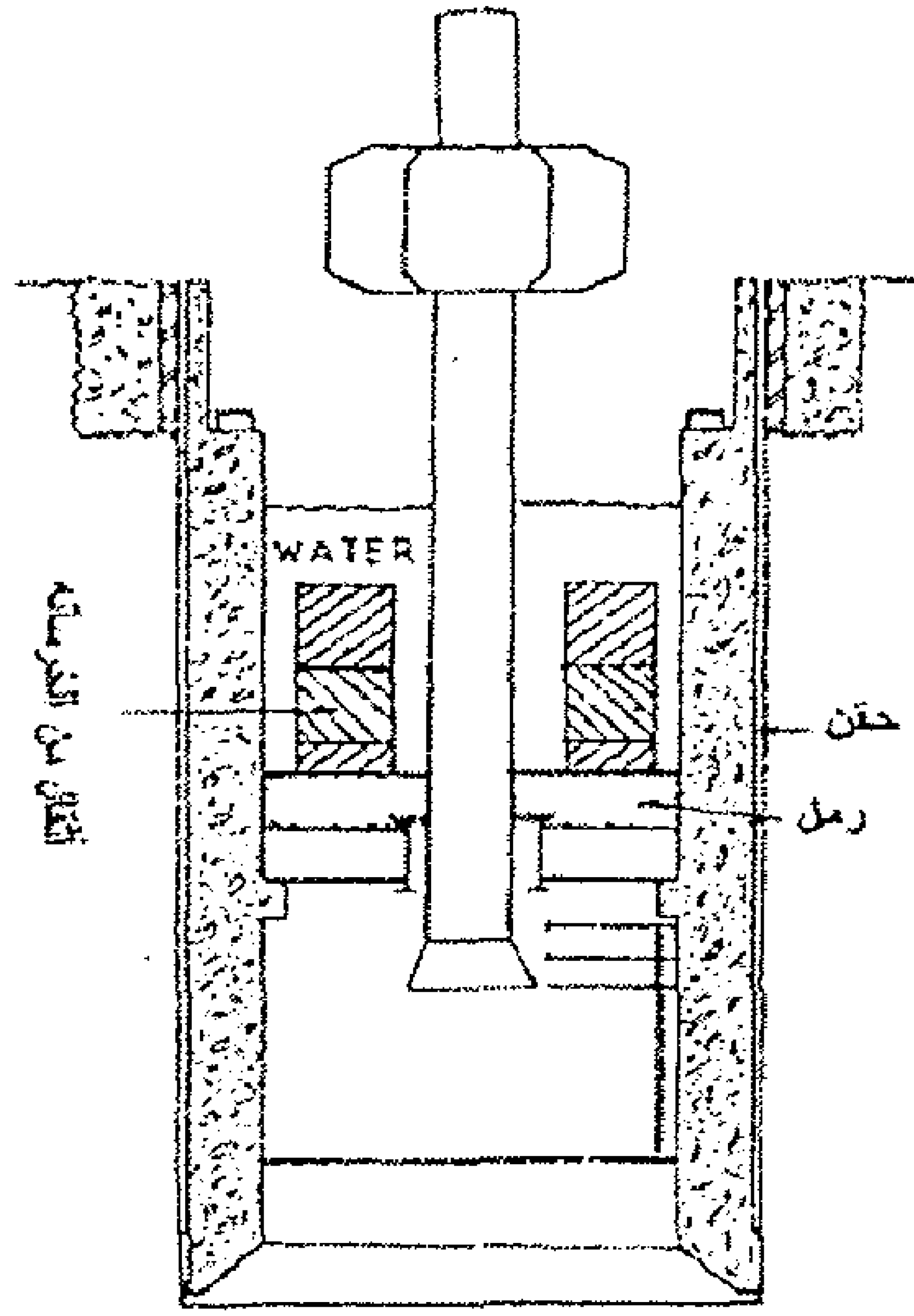


المرحلة التاسعة :

١ – وضع أثقال داخل البيارة للمساعدة في عملية التغويص– الأنتهاء من الصب .

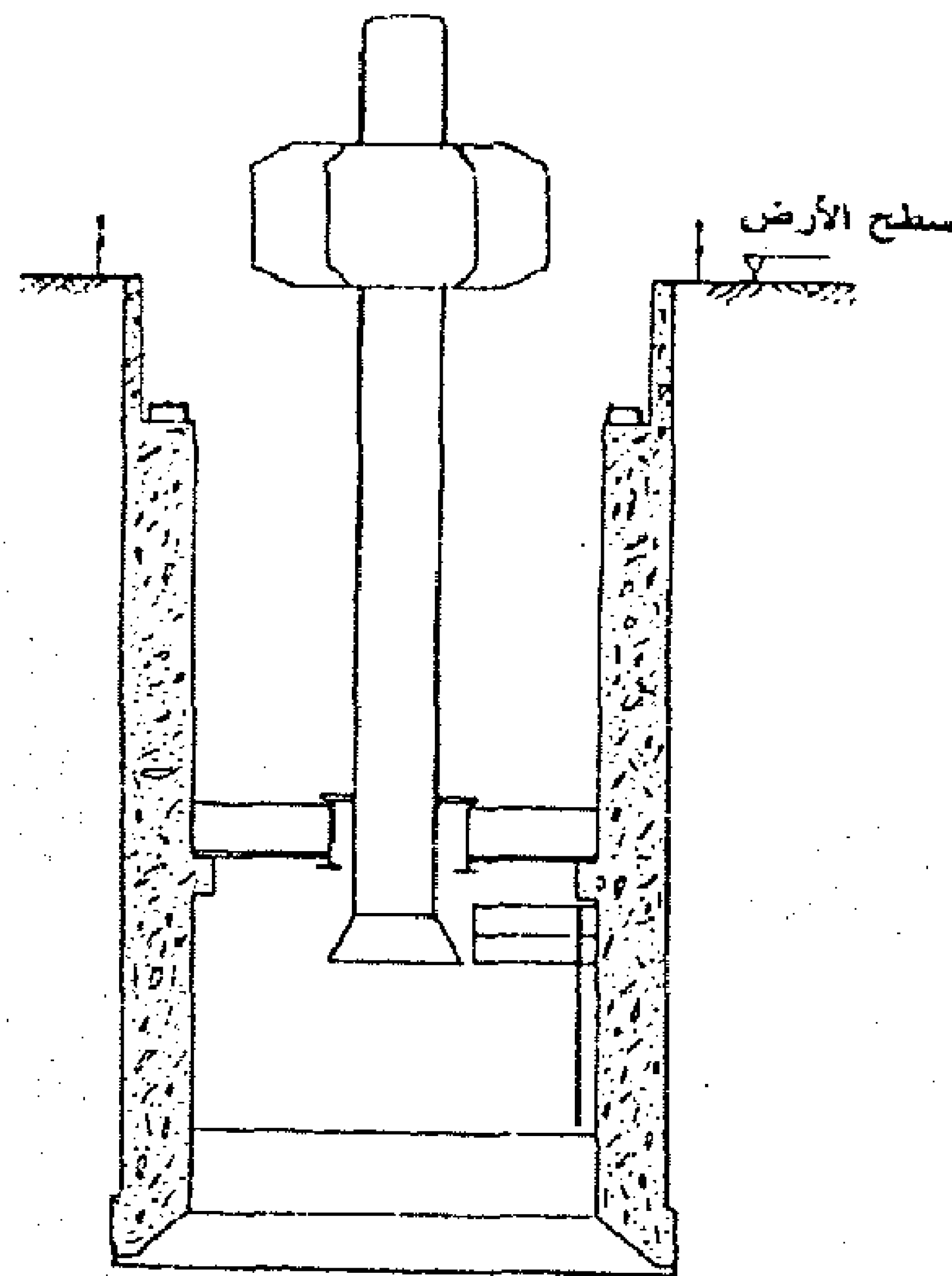
٢ – الأنتهاء من تغويص البيارة .

٣ – صب الخرسانة العادية أسفل البيارة وحقنها بالأسمنت . تظل البيارة تحت ضغط الهواء .



المرحلة العاشرة :

١ – الضبط النهائي و أزالة الأثقال من البيارة.



شكل (١) مراحل أنشاء غرفة البداية باستخدم طريقة الهواء المضغوط

كما يمكن تنفيذ غرفة البداية من حلقات سابقة الصب – شكل (٢) علي أن يتم عمل كسوة للحلقات من الخرسانة المسلحة بسمك ٢٥ سم تقريبا . يتم ذلك طبقا للطريقة التنفيذية التالية :

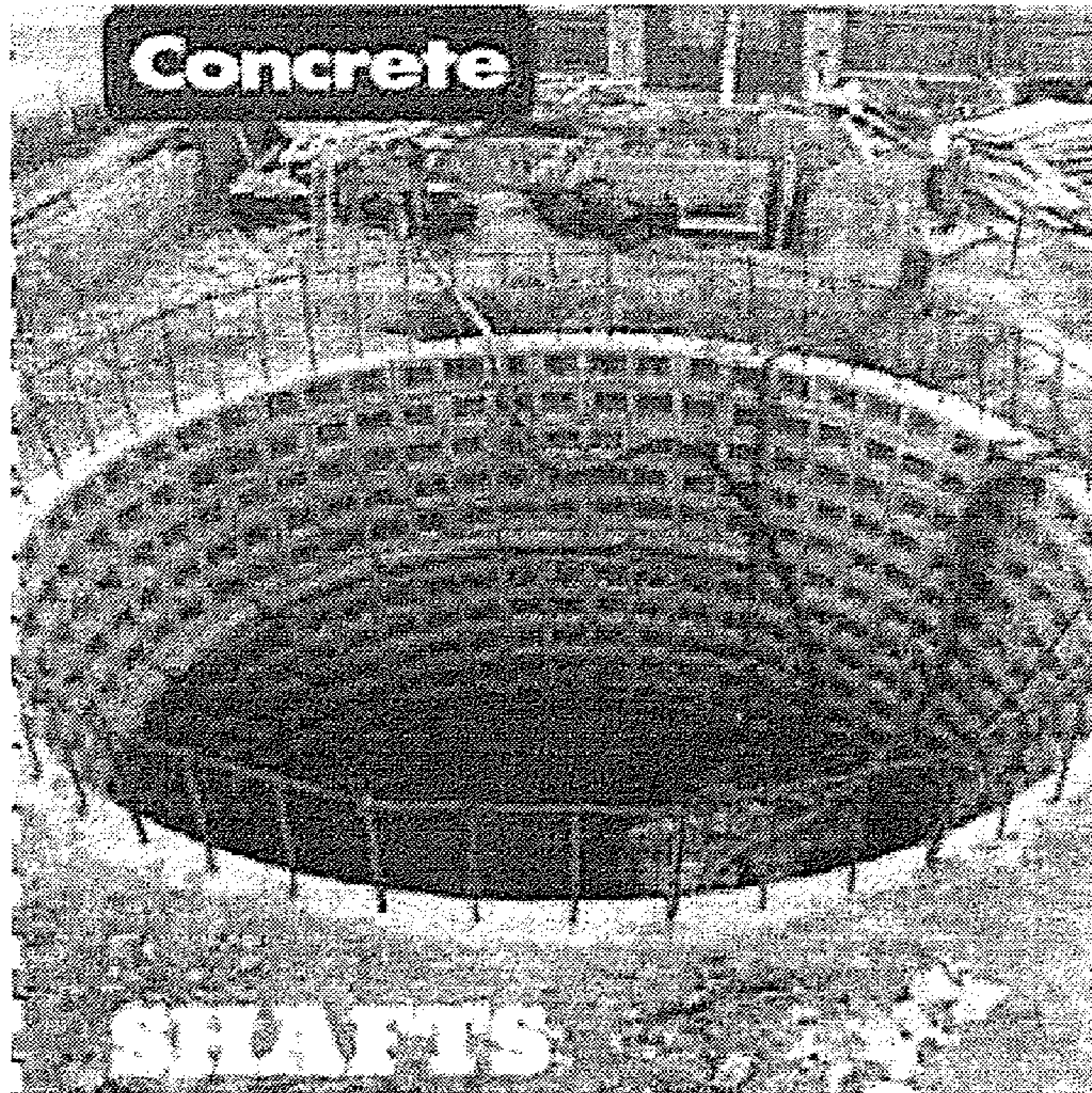
١ – تركيب الحلقات الدائرية في موقع البيارة بالمسامير (الشريحة الأولي والثانية والثالثة ...) .

٢ – الحفر بداخل الحلقات بالحفار الكباش Clamshell , فتغوص الحلقات داخل الأرض .

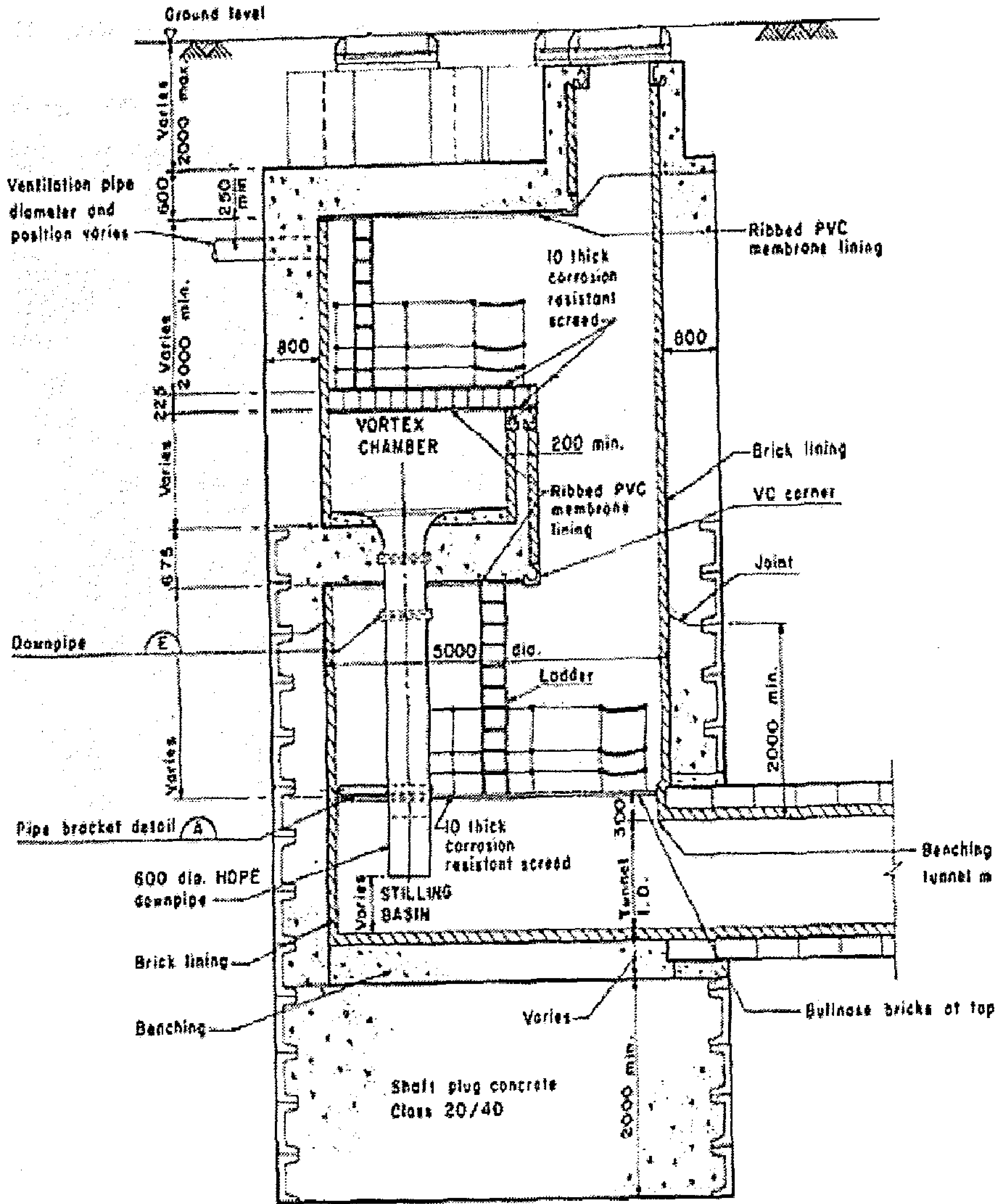
٣ – تركب حلقة أخري ويتم الحفر داخلها ثم الحلقة التالية وهكذا .

ثانيا : غرفة النهاية Recovery pit :

تنشأ غرفة النهاية آخر النفق المنفذ ، وتستقبل هذه الغرفة الحفارة في آخر مرحلة عمل لها بالنفق . يمكن أن تنفذ هذه الغرفة بأنشاءات مؤقتة (ستائر معدنية) ، أو من الخرسانة المسلحة أذا ما كان نهاية النفق غرفة تفتيش أو صمامات وهي أصغر قليلا من غرفة البداية . تستخدم أيضا لأخراج معدة النفق بعد نهو العمل الي الخارج .



شكل (٢) غرفة بداية من القطع الخرسانية Segments

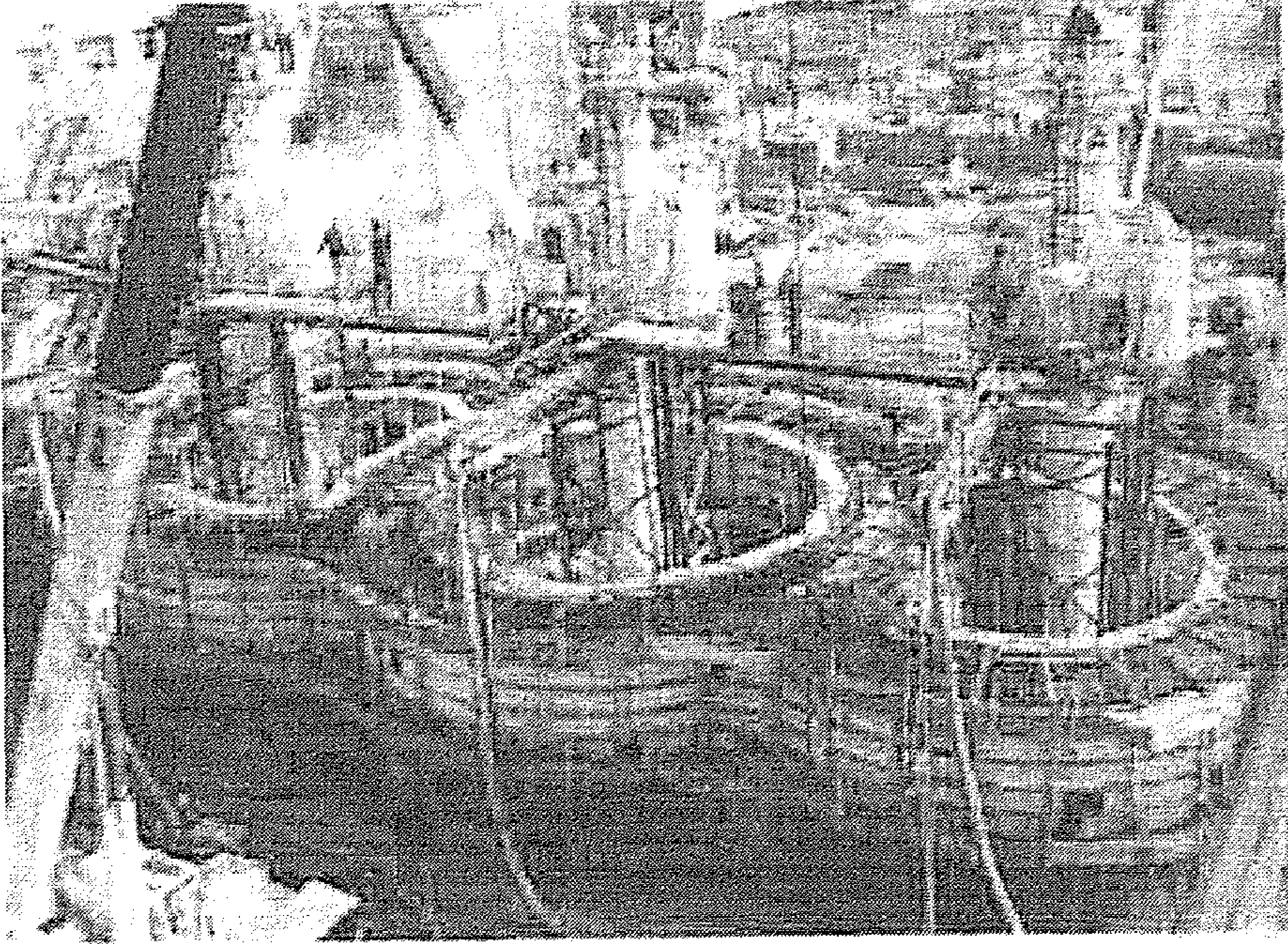


شكل (٢) نموذج لغرفة علي النفق عند مصب ماسورة فرعية علي النفق الرئيسي - نفق الصرف الصحي للقاهرة الكبري – تسمي هذه الغرفة غرفة الدوامة **Vortex Chamber**

ملاحظة :

١ - عند دخول مجمع صرف صحي علي النفق ، تعمل ما يسمي غرفة الدوامة شكل (٢) ، حيث تدخل التصرفات من المجمع المذكور علي عمق ٩ متر (مثلا) . يكون النفق علي عمق ٢٠ متر (مثلا) . فرق الأرتفاع هذا يكون خلال الماسورة الرأسية الظاهرة بالرسم كي تدخل المياه الي النفق برفق .

٢ – قد يحتم موقع العمل أو المساحة المتوفرة أن تأخذ غرفة الدفع شكلا مغـــايرا وغير تقليدي – شكل (٣) .



شكل (٣) غرفة الدفع للنفق العمومي للصرف الصحي للقاهرة الكبري – ميدان باب الشعرية
كانت غرفة الدفع تتكون من ثلاث دوائر متماسة تقريبا ونفذت هذه الغرفة بالهواء المضغوط
كان للغرفة ضرورة أنشائية وموقعية كي تصبح بهذا الشكل

ثالثا : جسم النفق :

يتكون جسم النفق من حلقات دائرية سابقة الصب و هي التبطين الرئيسي للنفق الذي يقاوم الأحمال الواقعة علي النفق – قطر هذه الحلقة من الداخل يساوي قطر النفق + ضعف سمك طبقة التبطين – طول الحلقه يساوي ٦٠ – ١٠٠ سم . كل حلقة تتكون من عدة أجزاء Segments . يتم رباط هذه الأجزاء مع بعضها بواسطة مسامير بالصامولة لتكون حلقة دائرية ، كما يتم رباط هذه الحلقة مع الحلقات السابقة و الحلقات اللاحقة بالمسامير .

يجهز كل جزء بشريط مطاط يلصق علي جوانبه الأربعة لمنع رشح المياه . من خصائص هذا الشريط المطاط أن حجمه يزيد وينتفش عند تعرضه للمياه ، الأمر الذي يزيد من فاعليته لمقاومة الرشح .

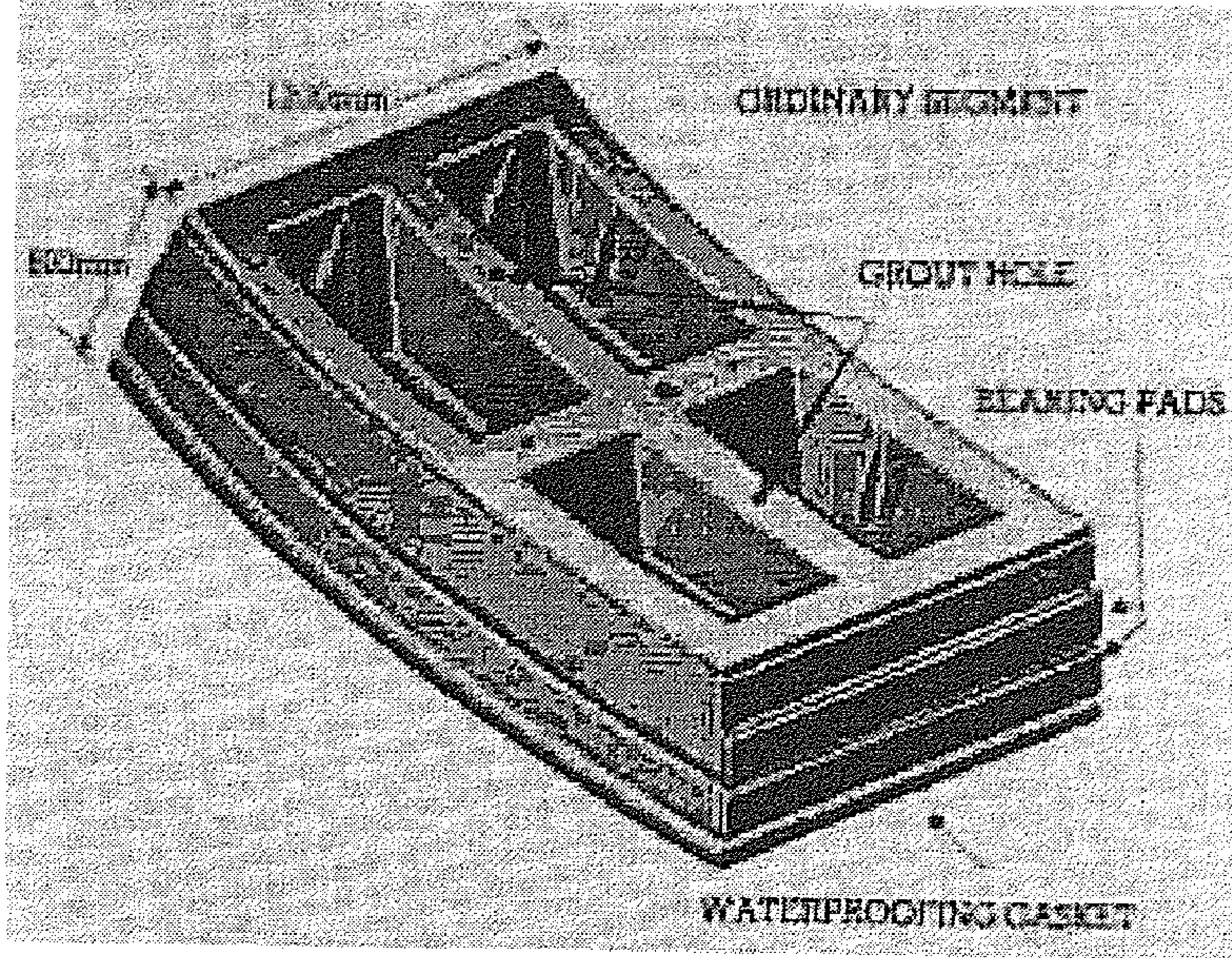
يترك في منتصف كل جزء ثقب قطره ٢" لأعمال الحقن .

تصنع الأجزاء من الخرسانة المسلحة عاليه الجودة – جهد لا يقل عن ٤٠٠ كجم / سم٢ – في فرم معدنية خاصة بالمصنع . كما يستخدم الأسمنت المقاوم للكبريتات .

أنواع الأجزاء الخرسانية :

١ – الأجزاء الخرسانية المقواة بالأعصاب Ribbed R.C Segments :

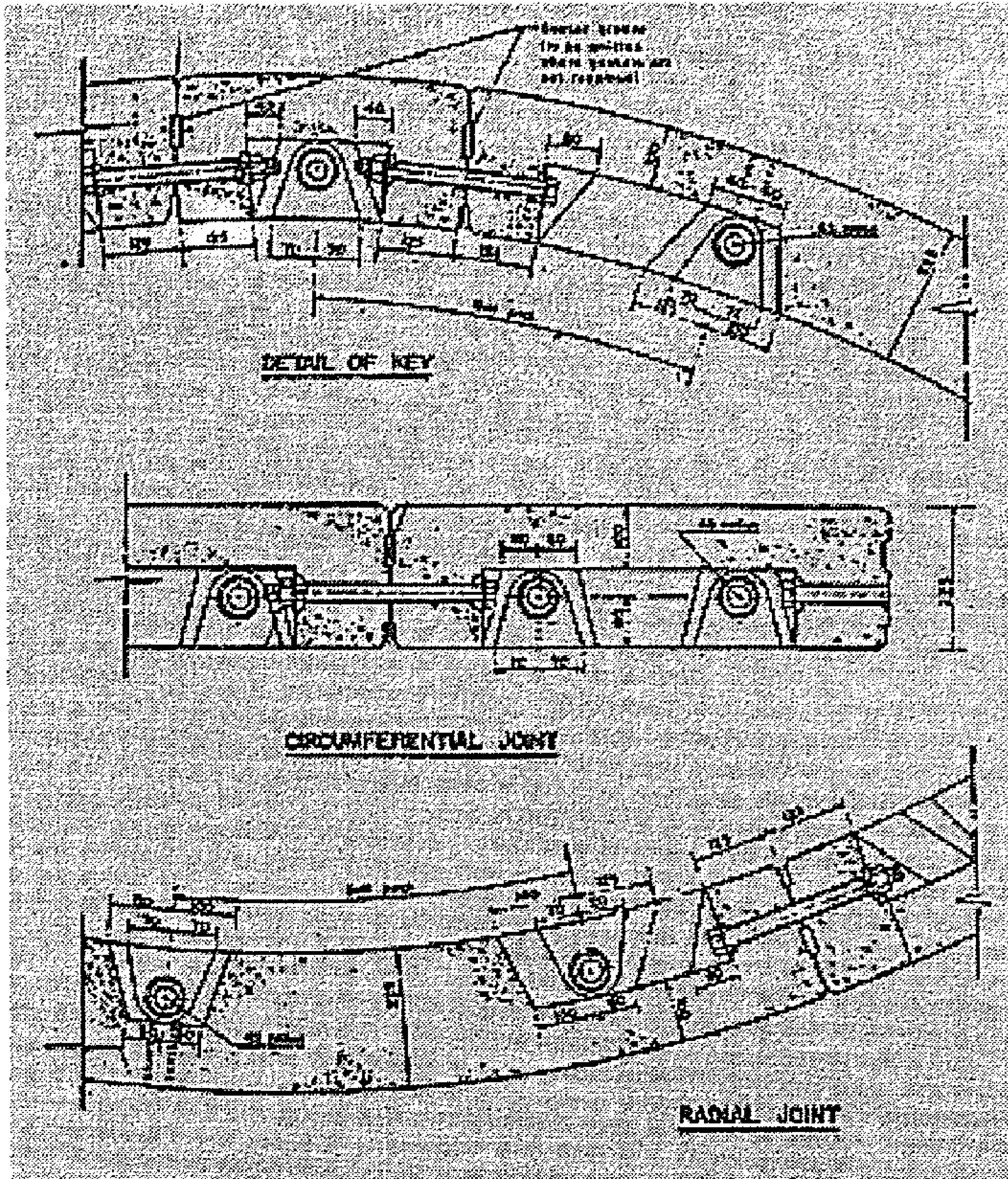
يصنع الجزء الخرساني – شكل (٤) – من جزء مصمت مواجه للتربة مع التقوية بالأعصاب جهة النفق . يتميز هذا النوع بقلة كمية الخرسانة مع خفة الوزن.



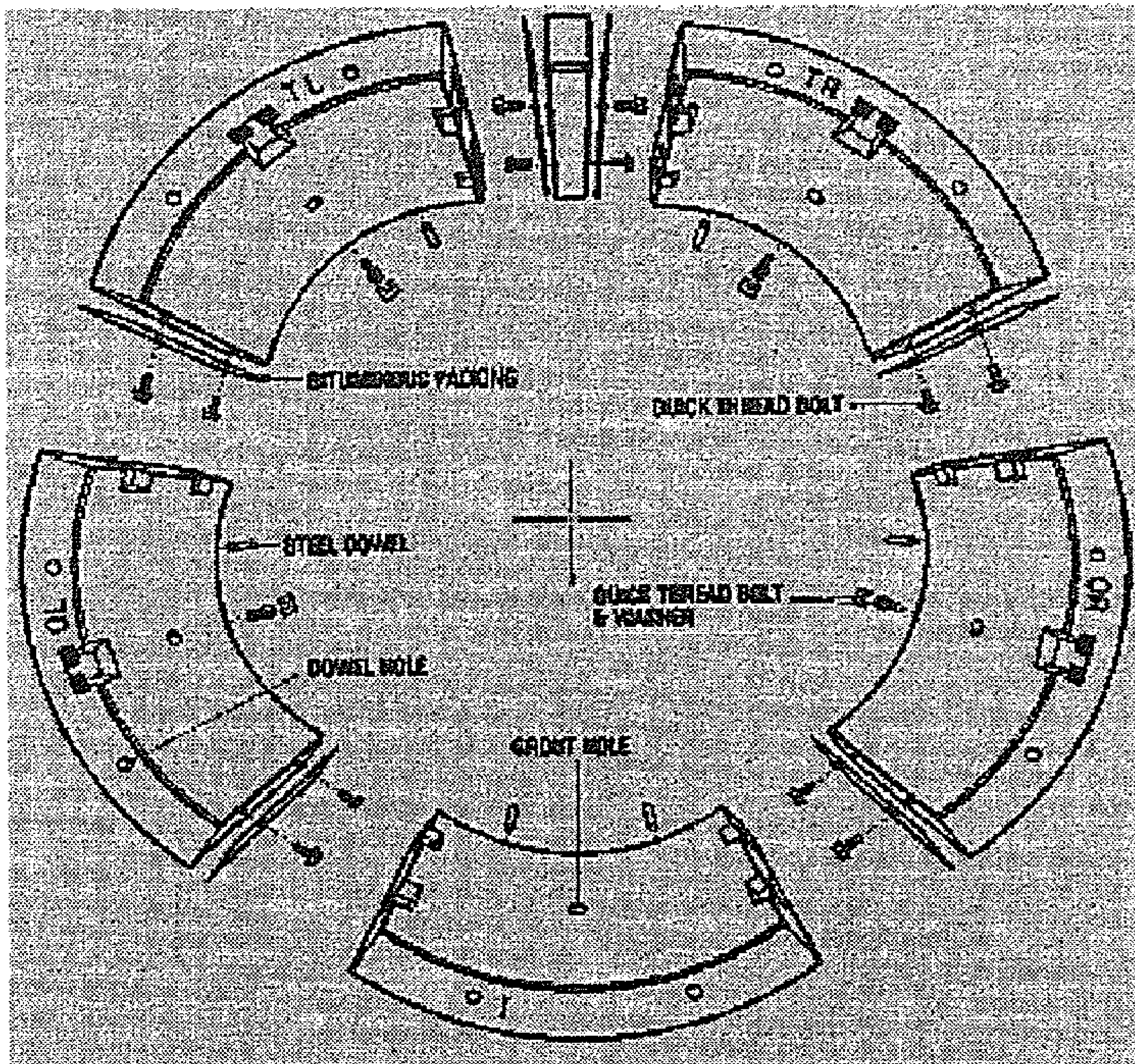
شكل (٤) الحلقات الخرسانية المكونة لجسم النفق

٢ – الحلقات الخرسانية المصمتة :

يكون جزء الخرسانة مصمت شكل (٥) – تنشأ به فراغات لوضع مسامير الرباط و تستخدم رقائق بيتومينية بين الأجزاء لمقاومة الرشح.



شكل (٤) تفاصيل الحتقات الخرسانية



شكل (٥) الحلقات الخرسانية المصمتة

٣ - الحلقات المعدنية :

تصنع من الزهر المرن أو من الصلب - مقواة حول المحيط بأعصاب معدنية و تماثل الأجزاء في النوع الأول و هي نادرة الأستعمال - شكل (٩).

رابعا : ماكينة الحفر : Tunnel Boring Machine (T.B.M).

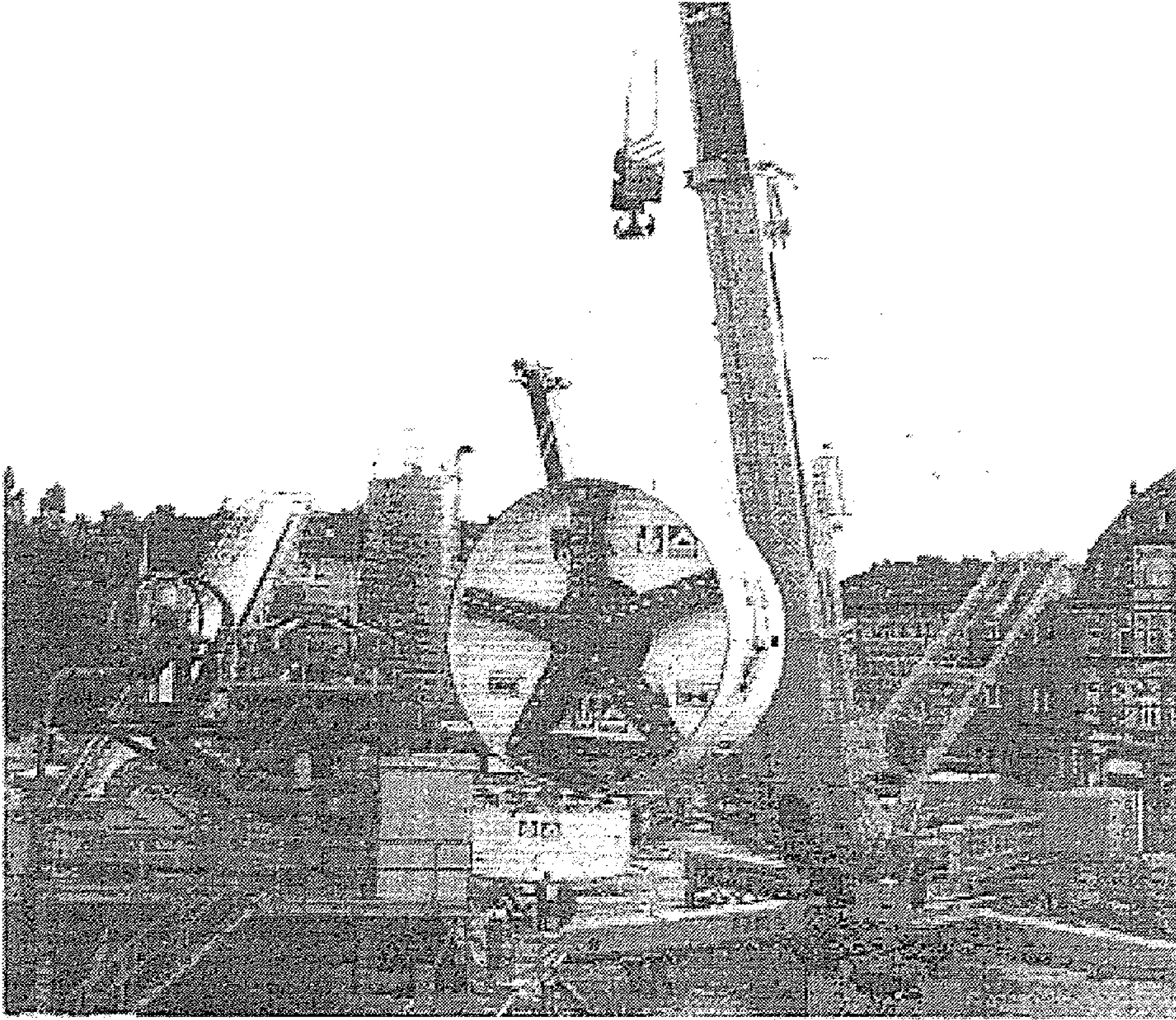
تتكون ماكينة الحفر من الأجزاء الآتية :

١ - الدرع الأمامي Shield :

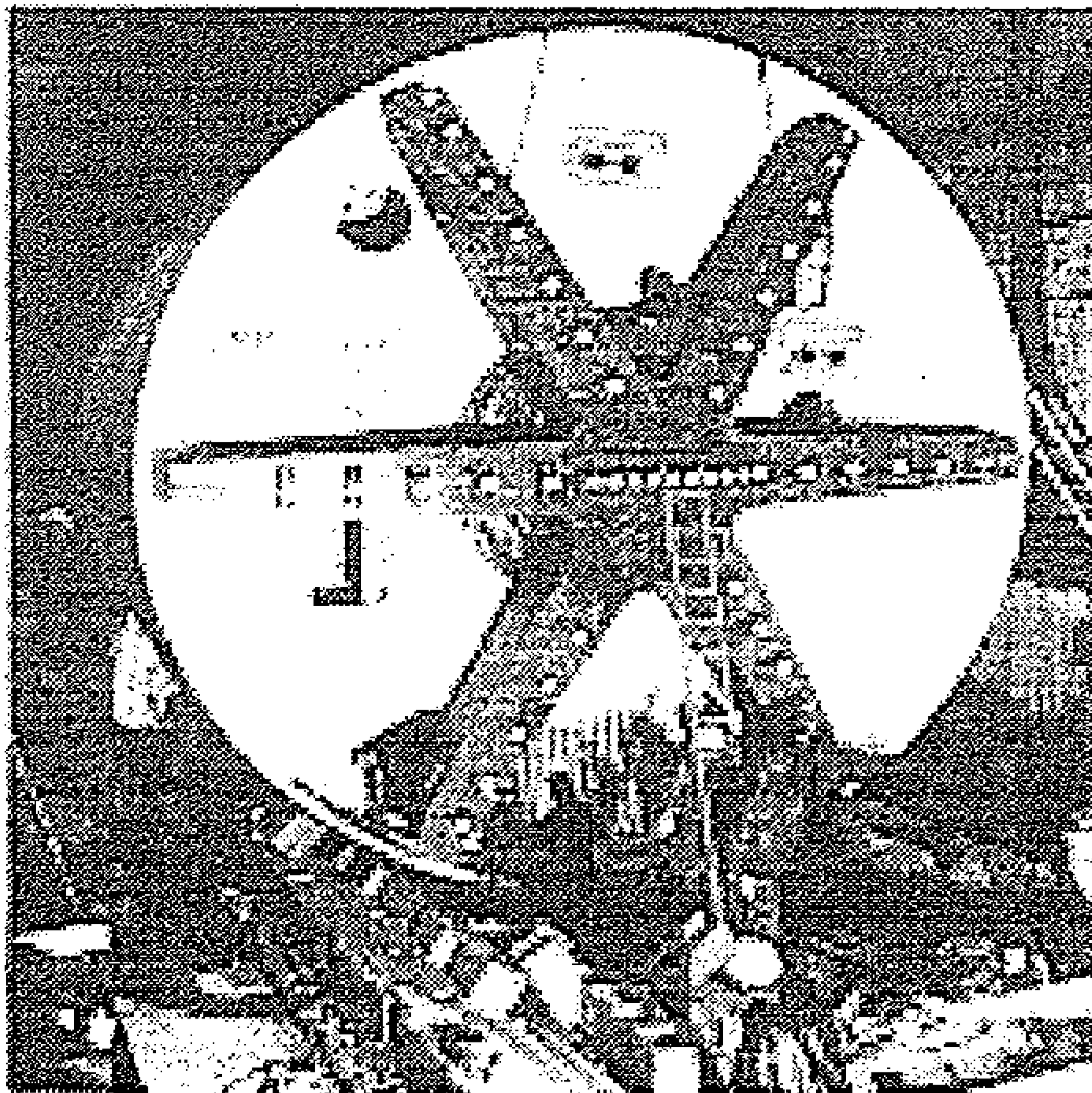
الجزء الأمامي من الدرع عبارة عن مروحة قاطعة مزودة بأسنان قويـــة - تــدور بسرعه ٢ لفة / دقيقة . يضغط الجزء الأمامي من الدرع (المروحة) بقوة كبيرة علي واجهة الدرع (علي الأرض الطبيعية) أثناء العمل ، الأمر الذي يؤدي الي هروب مياه الرشح لمسافة ما أمام المروحة القاطعة . عند دوران المروحة تتفكك التربة و تختلط بالمياه . يتم ضخ الروبة المتكونة بواسطة المضخات الي الخارج . شكل (٦) .

تدخل هذه النروبة الي خزانات فصل البنتونايت حيث يتم فصل البنتونايت عن الأتربة لأعادة أستخدامه.

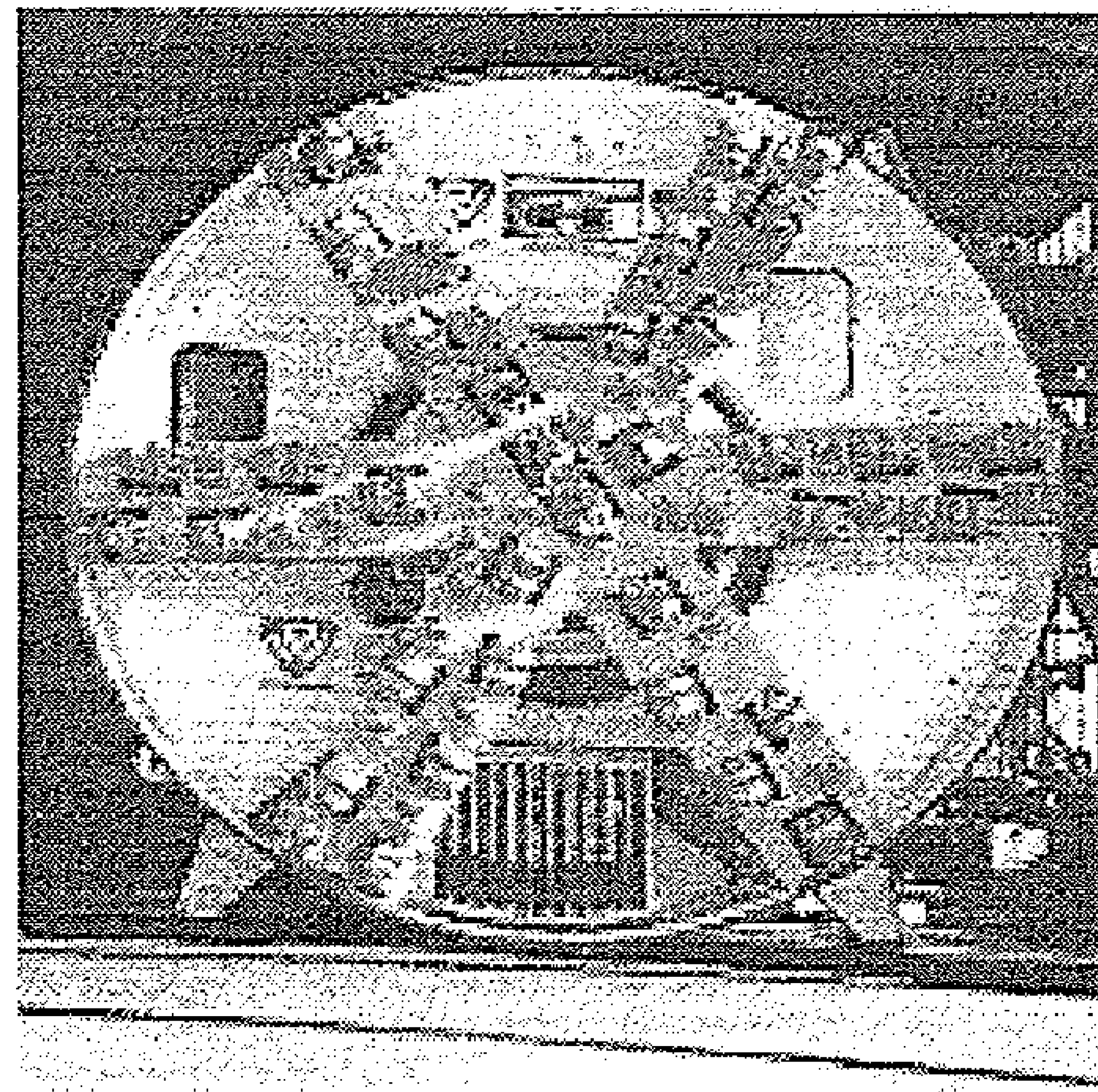
Powerful Machines for Transportation Tunnels



Mixshield for [illegible] Metro, 8.52m O.D.



Cutting wheel for Lille Metro, 7.75m O.D.



Cutting wheel for Nürnberg Metro, [illegible] O.D.

شكل (٦) أشكال مقدمة الحفارات المختلفة

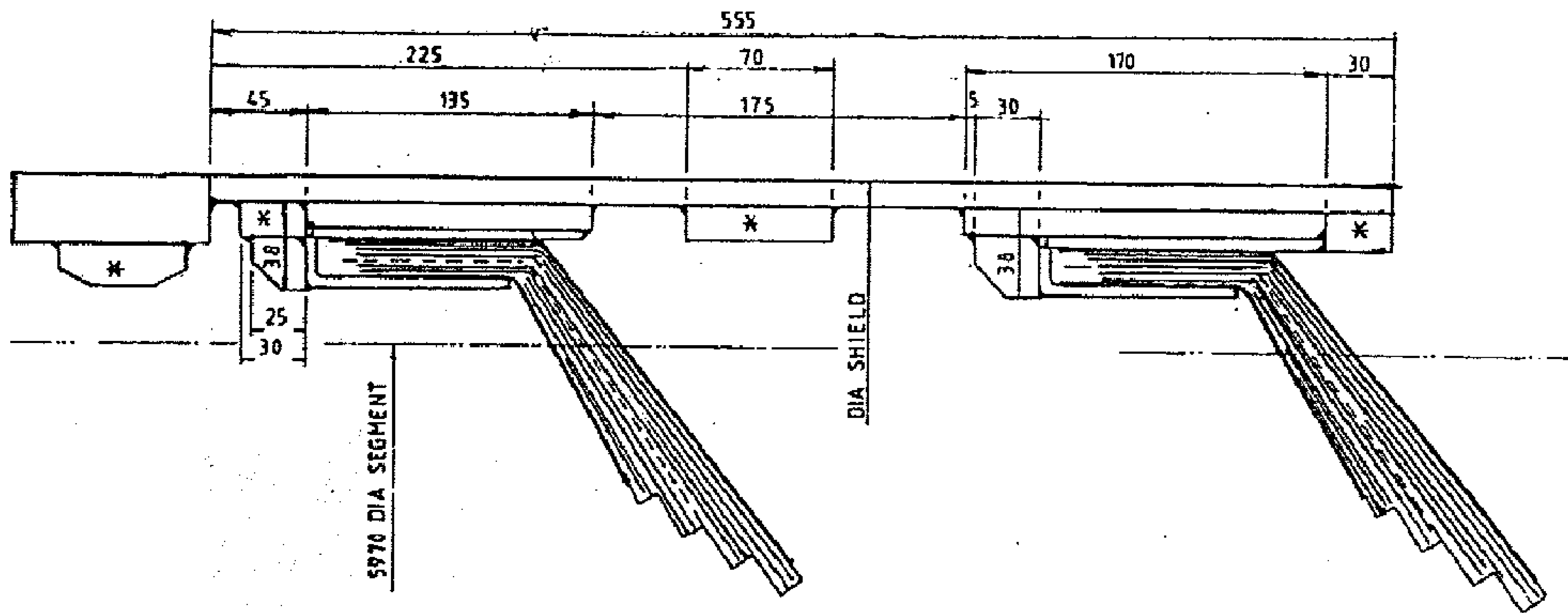
ملاحظات :

٢ - يزود الدرع من الخـــارج و علي دائرة محيطه بفرشـــاة سلك ملحومة به و مغطاة بمادة جيلاتينية – شكل (٧) ، و ظيفتها منع رشح المياه أو مـــواد الحقن من الدخول الي داخل منطقه العمل.

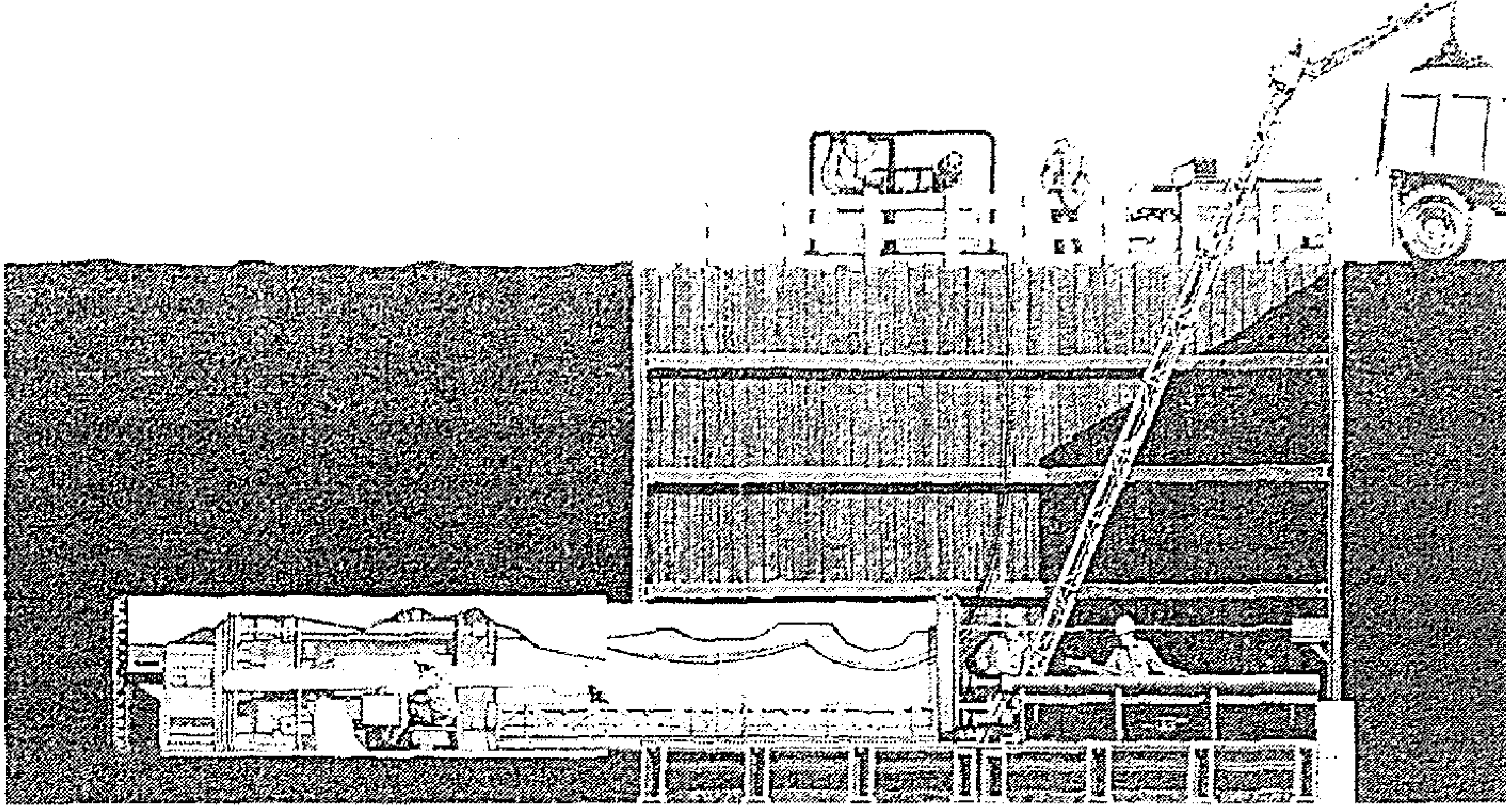
٣ - يكون الجزء الأمامي من الدرع تحت تأثير الهواء المضغوط أما باقي الماكينة فتحت تأثير الضغط الجوي العادي مما يكون له الأثر الأكبر في سهولة العمل و زيادة معدلات التنفيذ.

٤ - تزود الماكينة بأنظمة تهوية للـــتخلص من الأتربة و تجديد الهواء باستمرار ، كما تزود أيضا بنظام للأنارة و نظام آخر للأتصالات بين الداخل و الخـــارج لتسهيل العمل.

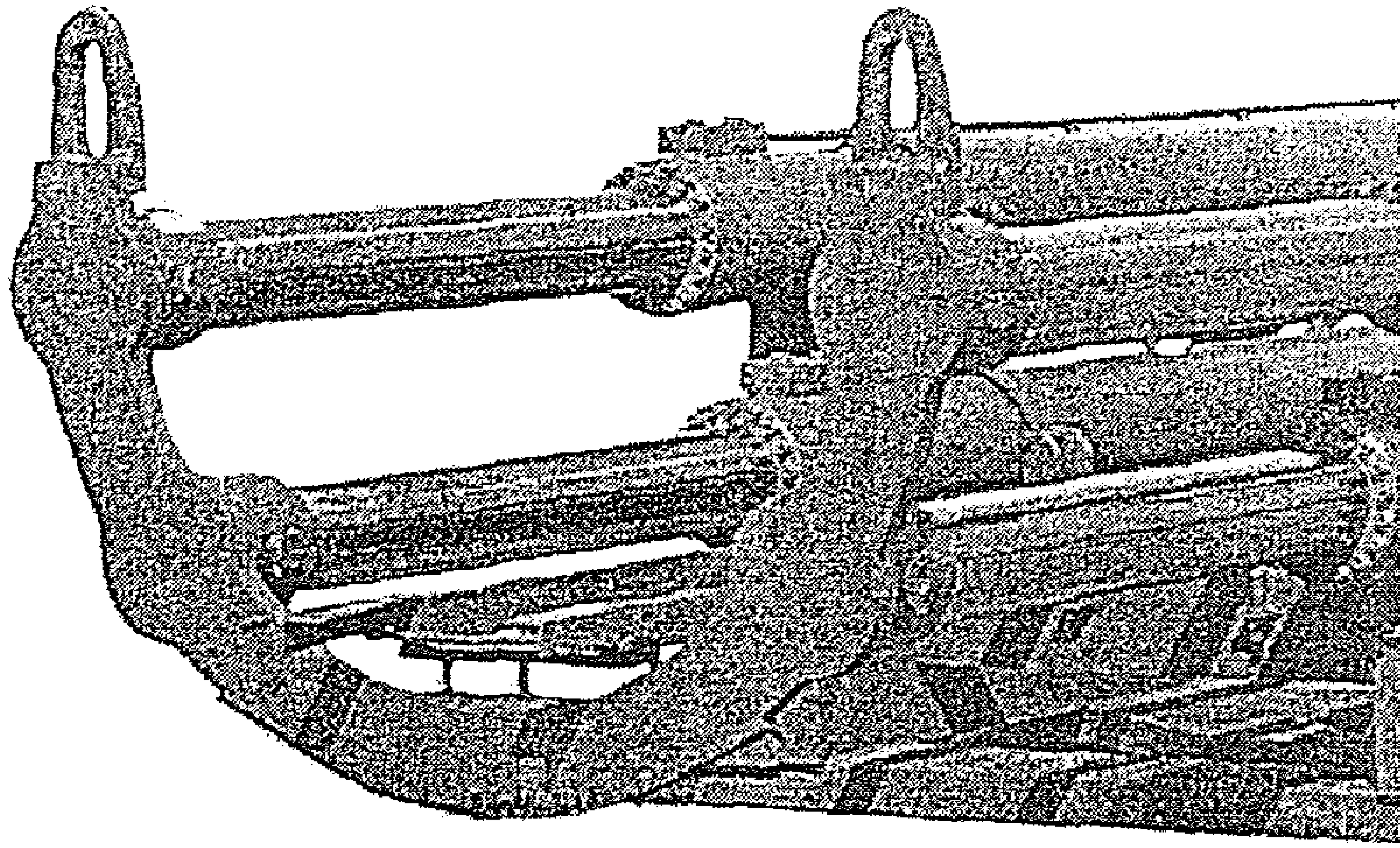
تتابع العمل – شكل (٨).



شكل (٧) الفرش المركبة بين ذيل الدرع وجوانب التربة

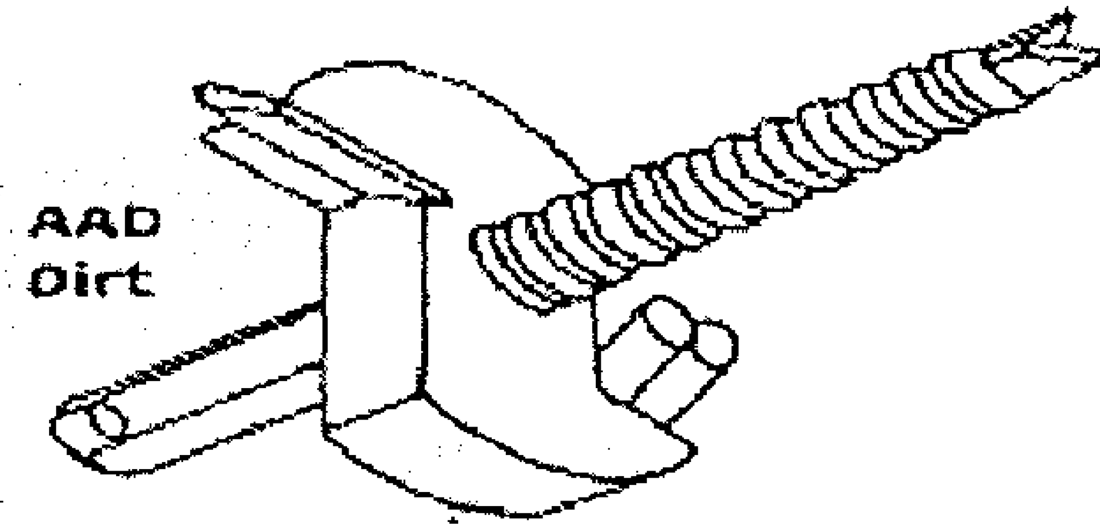


مخطط يبين تتابع العمل في النفق أثناء الأنشاء

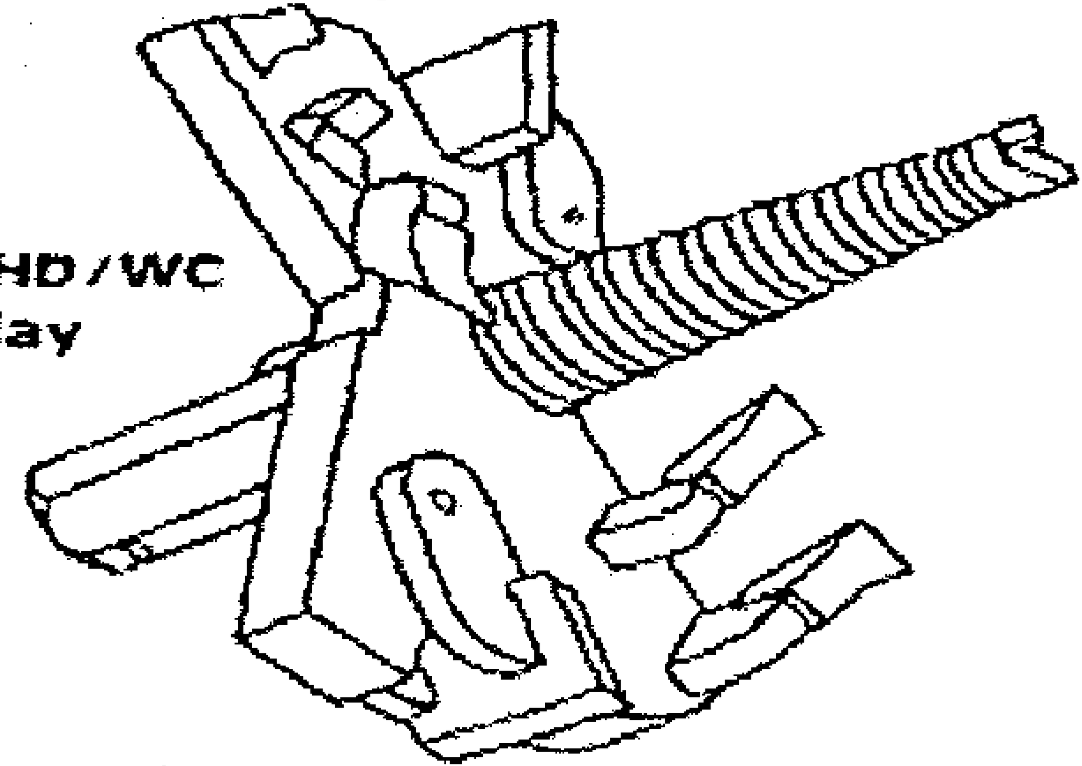


شكل (٨) الروافع الهيدروليكية مع الأطار الأمامي (الديافرام)

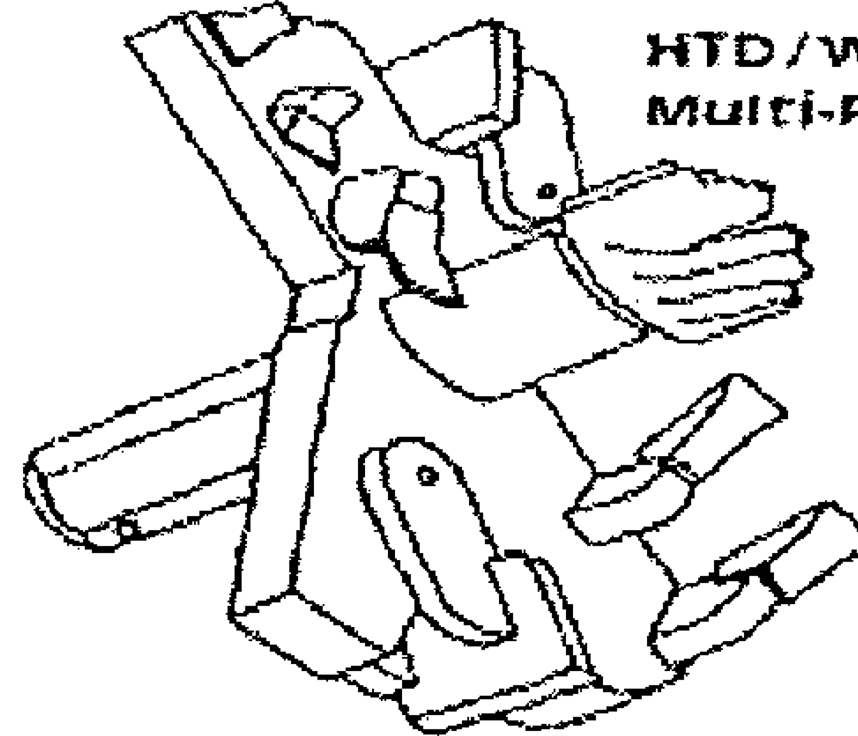
CUTTING HEADS



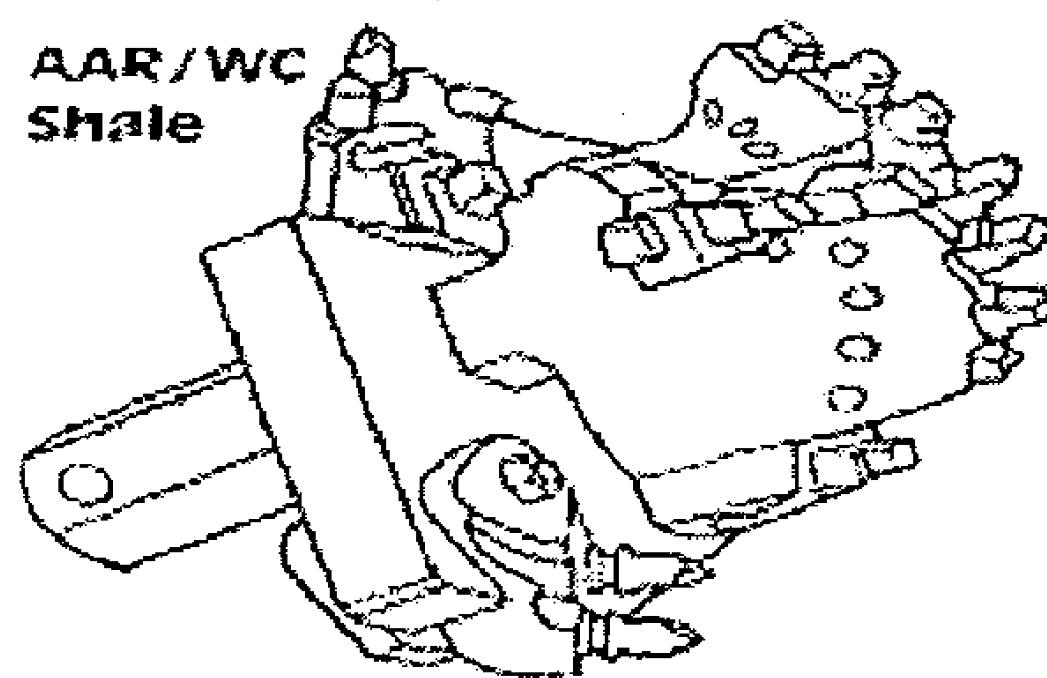
العمل في الطبقات اللينة – الطينية والردم



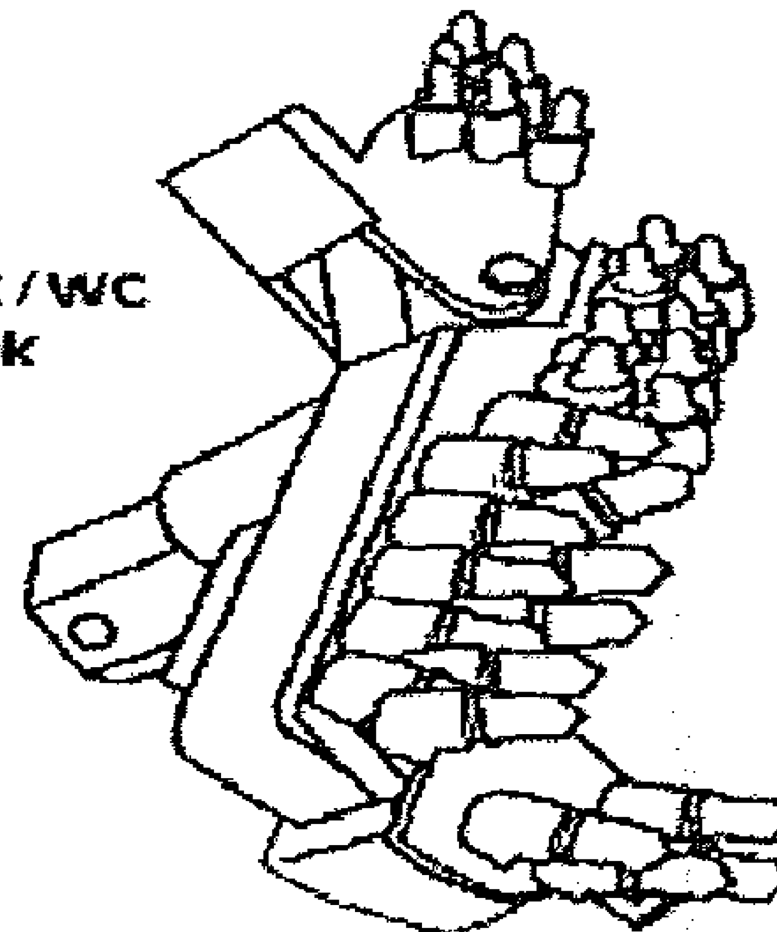
العمل في التربة الطينية



تعمل في التربة الرملية و الطينية والعادية



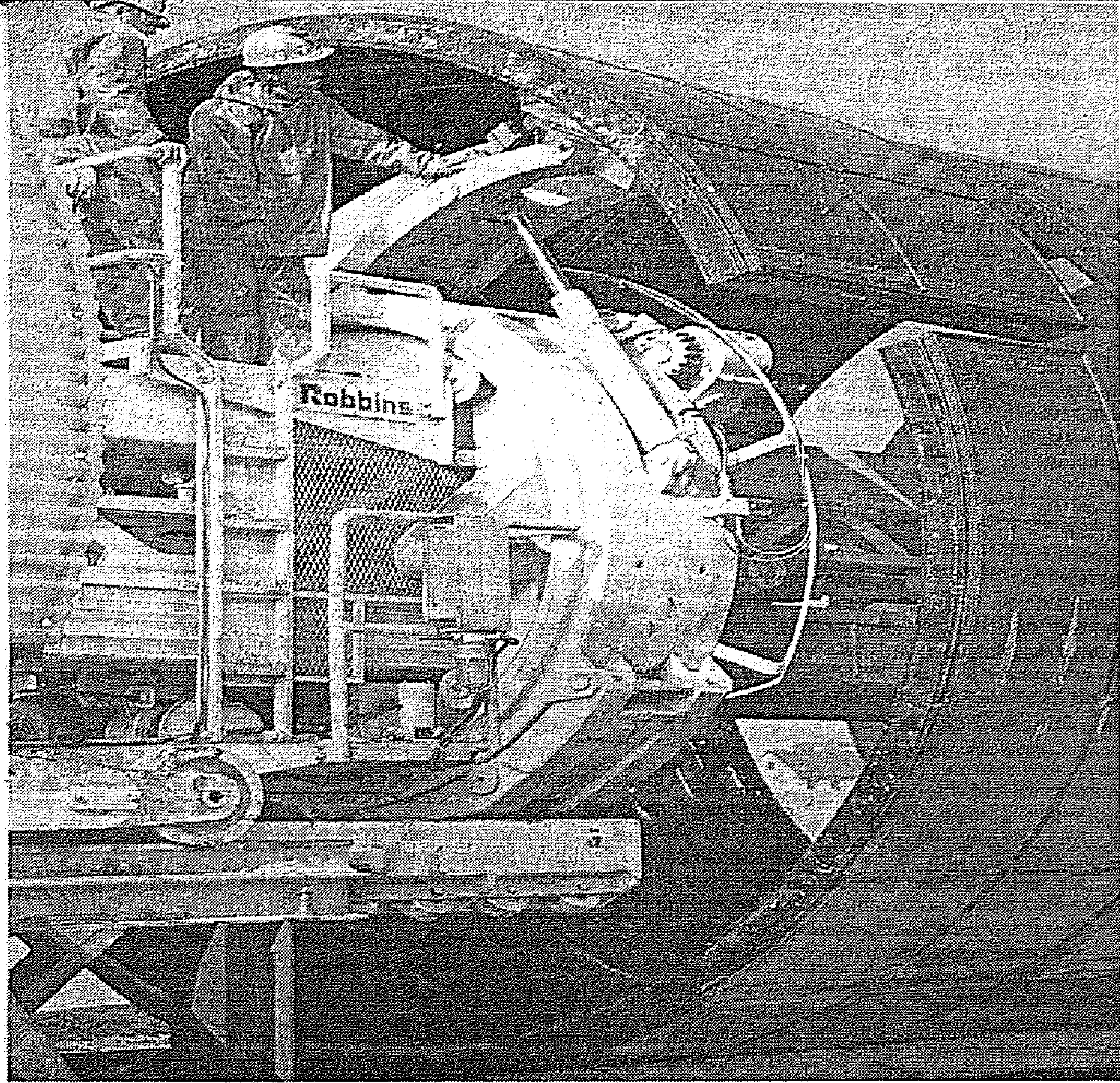
تعمل في الأراضي اللينة



تعمل في التربة الزلطية و الصخرية حتي صلادة ٦٠٠٠ باوند / بوصة مربعة

شكل (٨) مقدمة الحفارة – السكاكين القاطعة

٢ - آلة تركيب الأجزاء الخرسانية Erector :



شكل (٩) منظر يبين آلة تركيب أجزاء النفق أثناء العمل – الصورة تبين القطع من الزهر المرن أثناء التركيب – القطع الخرسانية مماثلة . يجب أن تكون هذه الآلة خلف درع الحفارة

تتواجد هذه الآله خلف الدرع . و تقوم برفع الأجزاء الخرسانية Segments الي مكان تركيبها حيث يقوم العمال بتربيطها بالمسامير الصلب مع الأجزاء الأخري مكونة حلقة و كذلك تربيط هذه الحلقة في الحلقة السابقة – شكل (٩) .

٣ - مقطورات الخدمة :

و هي من ملحقات ماكينة الحفر تسير معها كل خطوة و هي ٤ مقطورات :

المقطوره الأولي : تحمل السير الناقل للأجزاء الخرسانية الي آلة التركيب .

المقطوره الثانية : و تحتوي علي طلمبات الترويب التي تدفع البنتونايت الي أمام الدرع كما تحتوي علي طلمبة الروية التي تدفع خليط التربة و البنتونايت الي الخارج – نظام الحفر بالترويب .

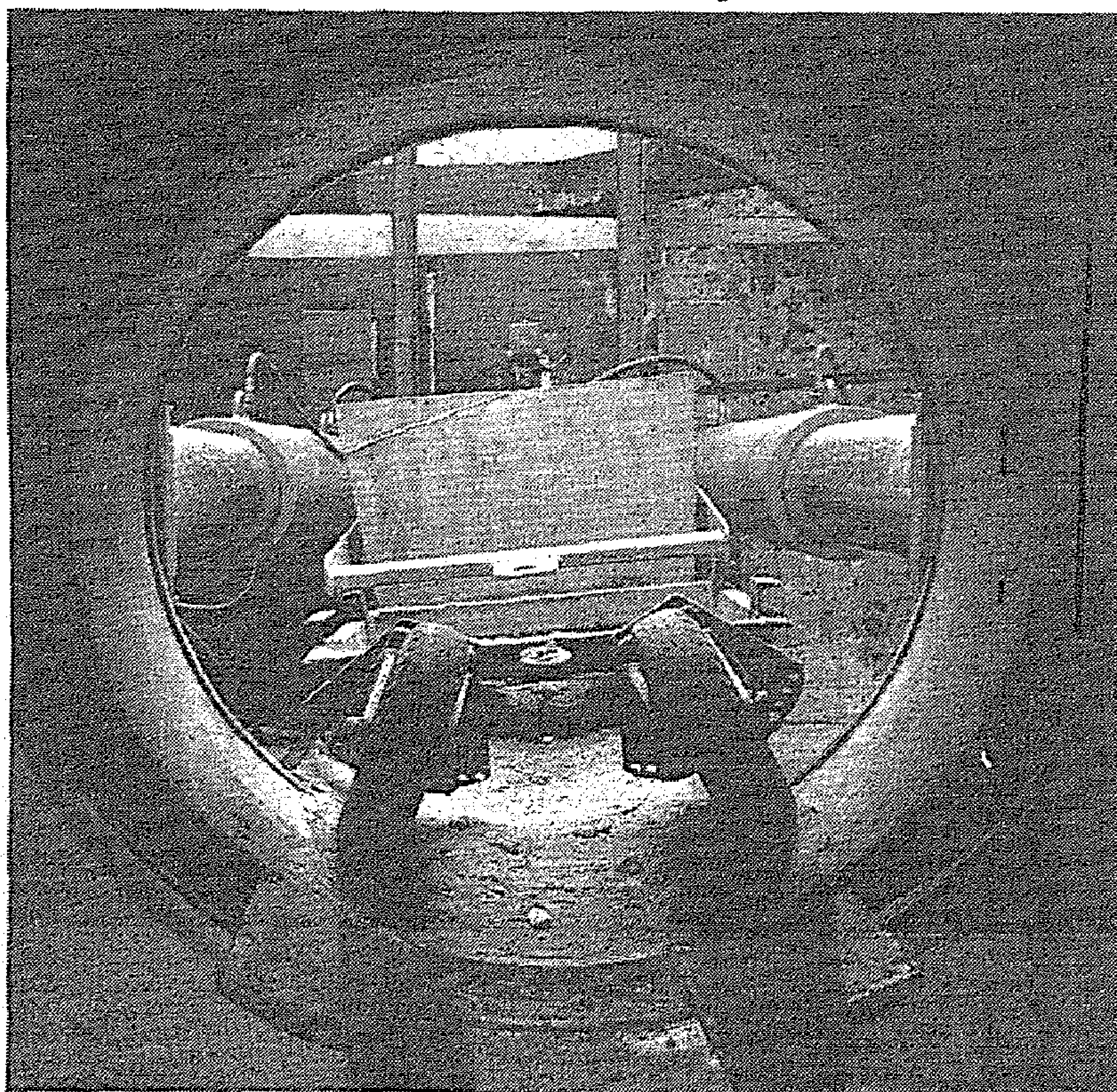
المقطوره الثالثة : تحتوي علي طلمبات ضغط الزيت و التي تدفع الزيت الي المكابس.

المقطوره الرابعة : و تحتوي علي ضواغط الهواء و معدات الحقن .

٤ – عربات نقل الأتربة Muck Wagons :

تقوم هذه العربات بنقل الأتربة الناتجة عن الحفر من داخل النفق الي الخارج . كما تقوم – في بعض الحالات – بنقل الأجزاء الخرسانية الي الداخل الي آلة التركيب .

تسير هذه العربات علي قضبان حديدية موضوعة علي البدن الخرساني للنفق و يقوم بدفع هذه العربات و تشغيلها قاطرة صغيرة تعمل بالبطاريات أو بواسطة العمالة اليدوية – كما يمكن أن تسير علي عجلات كاوتشوك – بشكل (١٠) .

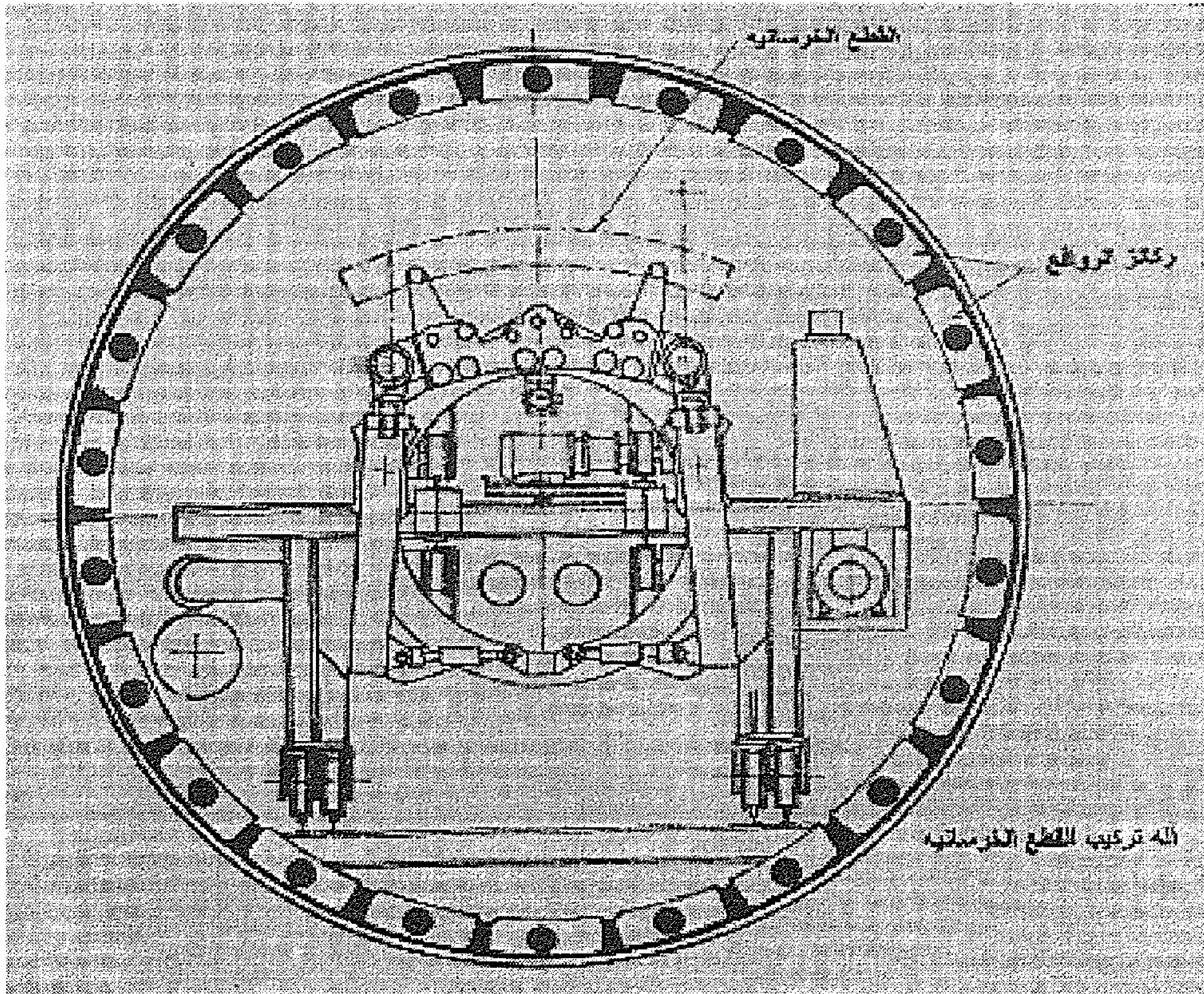


شكل (١٠) عربة نقل الأتربة من داخل النفق الي الخارج

٥ – روافع الدوران Steering jacks

الدرع مزود بمكابس هيدروليكية مثبتة علي المحيط الداخلي له ، و أقصي أنفراج لها أكبر قليلا من عرض الحلقة الخرسانية ، و الطرف الآخر مثبت علي حلقة معدنية دائرية Diaphragm . هذه الحلقة ترتكز علي آخر حلقة خرسانية تم تركيبها بالنفق . فائدة هذه الروافع هو تصحيح مسار النفق أثناء التشغيل ، فقد يبدأ النفق في الأنحراف عن المسار المحدد فيقوم قائد الحفارة بتشغيل هذه الروافع لتصحيح المسار .

تعمل هذه المكابس أثناء عملية الحفر . ترتكز علي آخر حلقات تم تركيبها بالنفق ، فتدفع الدرع الي الأمام الي آخر أنفراج لها ثم تنكمش تاركة فراغ بين آخر حلقة خرسانية والحلقة المعدنية الدائرية يساوي عرض الحلقه الخرسانية الجديدة . يتم بناء الحلقة و رباطها بالمسامير ثم تعاود المكابس عملية الدفع مرة أخري علي الحلقة الجديدة – شكل (١١) .



شكل (١١) الروافع المساعدة داخل المحيط الخارجي لدرع الحفارة

خامسا : الحقن خلف جسم النفق :

مواد الحقن :

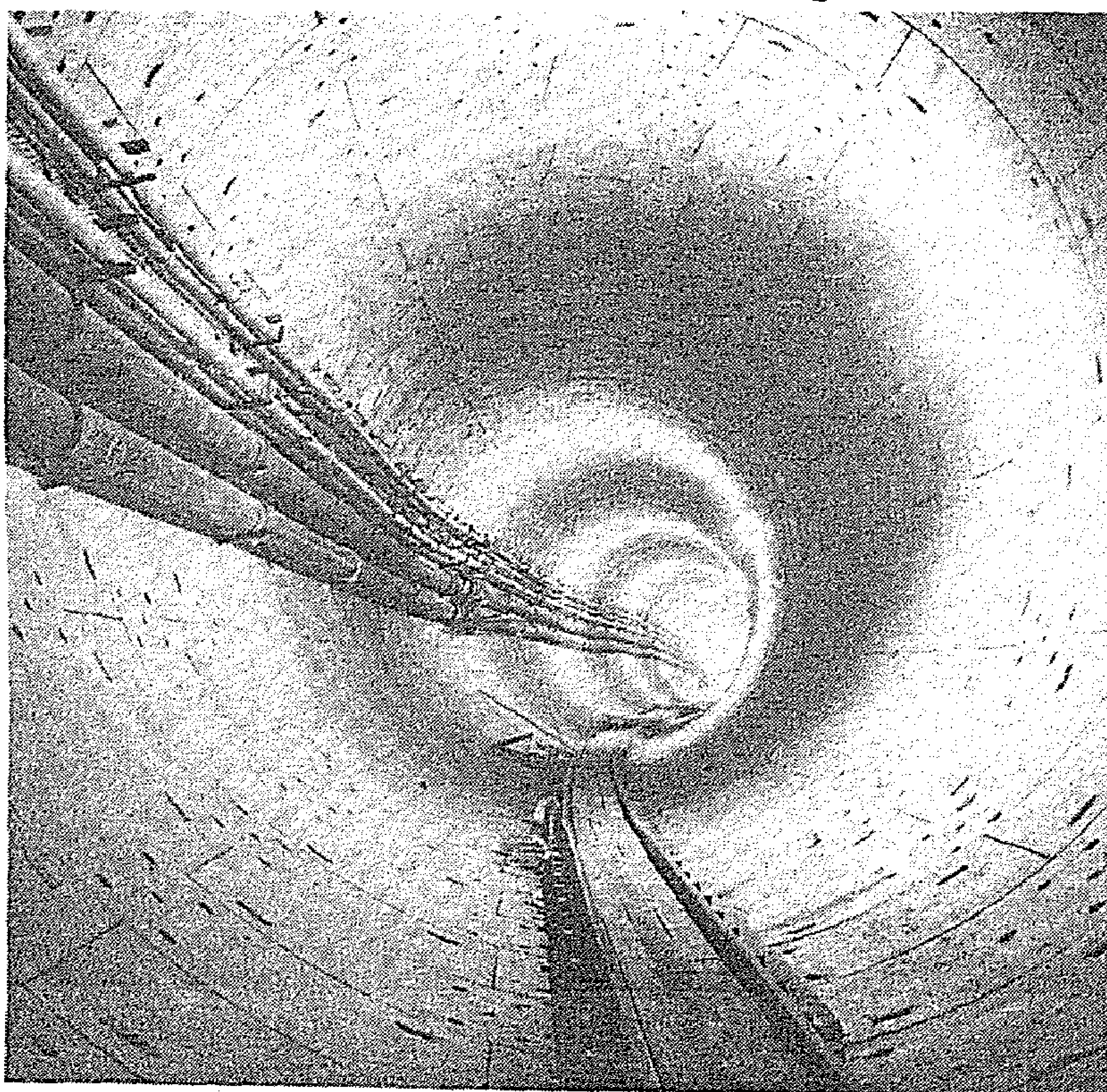
تكون مواد الحقن من الأنواع الآتية :

١ - خليط بودرة حجر جيري (١٢٠٠ كجم) + بنتونايت (٧٥ كجم) + أسمنت مقاوم للكبريتات (٣٠٠ كجم).

٢ - بنتونايت فقط.

٣ - حقن زلط مقاس ٦ – ١٠ مم Pea Gravel أولا حتي يستوعب الثقب أقصي كمية ممكنة ثم يتم حقن لباني الأسمنت بعد ذلك فيملأ الثقوب ليتكون غلاف خرساني حول جسم النفق.

و للمصمم أختيار أنسب نوع من هذه المواد.



النفق بعد أكتمال الأعمال الأعتيادية – المواسير الظاهرة هي مواسير خدمة تنفيذ النفق وهي مواسير تغذية الهواء و مواسير ضخ شفط المياه ومواسير كابلات ٠٠٠٠

طريقة الحقن :

توضع مواد الحقن بعد خلطها جيدا في وعاء الحقـــن ثم يغلق الوعاء . يضغط الهواء داخل وعاء الحقن لتندفع مواد الحقن خلال خرطوم ضغط عالي واصلا الي مكان الحقن . ينتهي الخرطوم بماسورة يتم تثبيتها داخل ثقب الحقن . تعطي أشاره بالتليفون أو اللاسلكي الي رجل الحقن لتشغيل ضاغط الهواء و فتح صمام خروج مواد الحقن . و عندما يلاحظ عدم قبول مزيد من الحقن - تعطي أشارة بالتليفون للتوقف عن الحقن . يتم وضع سدادة داخل الـــثقب لعدم خروج مواد الحقن الي الخارج .

سادسا : التبطين الداخلي للنفق :

تبطن الأنفاق بأحدي الطرق الآتية :

١ - تبطين بوحدات سابقة الـــتجهيز .

٢ - تبطين ببلوكات سابقة الصب من الخرسانة .

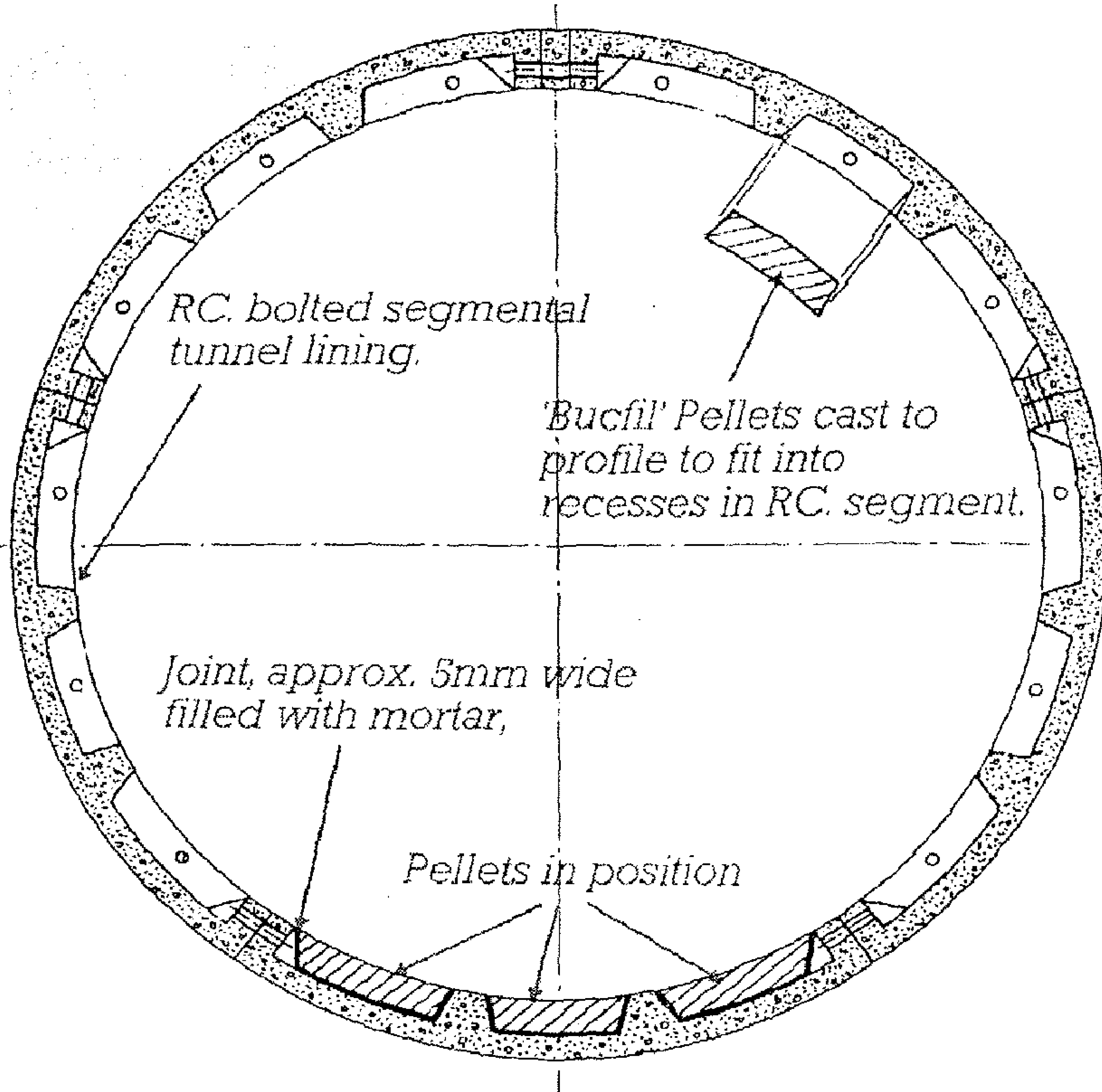
٣ - تبطين بالطوب الأزرق (حالة أستخدام النفق في الصرف الصحي) .

١ - التبطين بوحدات سابقة التجهيز :

و هي عبارة عن قطع من الخرسانة المسلحة السابقة الصب و يمكن أن تكون من الزهر المرن - و تستعمل عادة في الأنفاق المستديرة - و يتم رباطها معا بمسامير خاصة كما يوضع حلقة مطاطية مبططة بين هذه الحلقات لمقاومة رشح المياه من خارج النفق الي داخله (مثل طريقه الأنفاق المجزأه) .

٢ - التبطين بالخرسانة :

تستخدم الفرم المعدنية سهلة الفك والتركيب لصب الخرسانات وتبطين النفق - شكل رقم (١٢) .

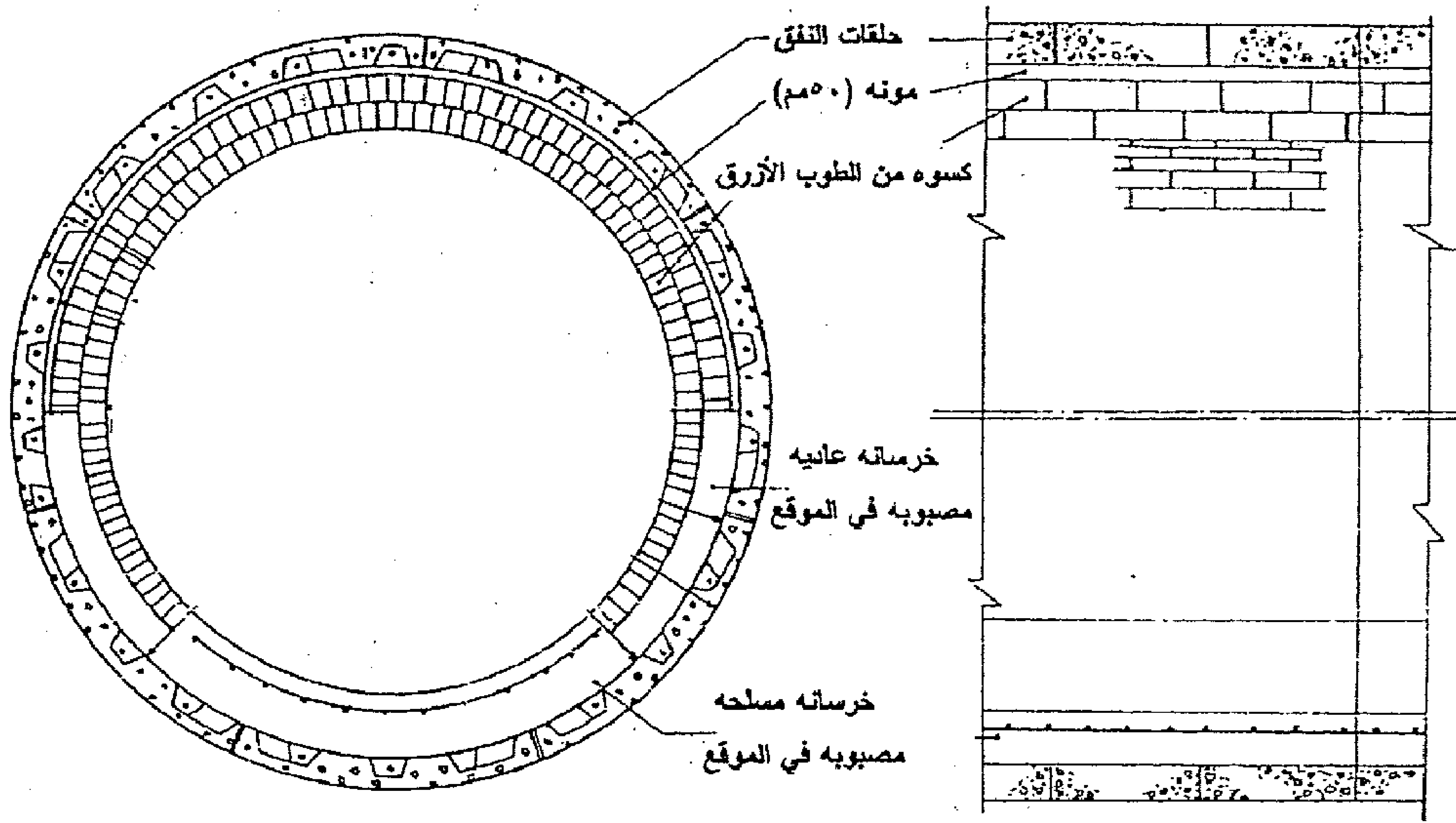


شكل (١٢) التبطين بالخرسانة

٣ – التبطين بالطوب الأزرق :

في أنفاق الصرف الصحي فقط ، تتم عملية التبطين بالطوب الأزرق حيث يعتبر الطوب الأزرق المقاوم للأحماض من أفضل الوسائل للعزل ضد مياه الصرف الصحي . و تجدر الأشارة الي أن أنفاق الصرف الصحي بالقاهره الكبري قد تم تبطينها بالطوب الأزرق .

عادة يتم بناء الطوب الأزرق يغطي ٢٧٠ درجة من دائرة النفق العليا و الباقي يكون من الخرسانة المسلحة أسفل قطاع النفق . يتم عمل بياض مقاوم للكبريتات عليها . فبعد أتمام صب الجزء الأسفل يبدأ البناء بالطوب الأزرق . يفضل لصق شريط ورقي علي حافة الطوبة بداير محيطها بالأضافة الي وضع شرائح من البوليسترين بين الطوب لتسهيل ملء الفواصل بين الطوب بالأيبوكسي المقاوم لمياه المجاري- قطاع الشرائح ٨ مم (عرض) × ٢,٦ سم (عمق) – شكل (١٣) .



شكل (١٣) التبطين الداخلي لنفق صرف صحي بالطوب الأزرق

نبدأ عمل المباني باستخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات مع وضع الشرائح الرأسية بين الطوب . بعد نهو المباني تنزع الشرائح و ينظف مكانها تماما بالهواء ثم تملأ العراميس بمونه أيبوكسية مقاومة للأحماض مثل F.M.A. 151 (مواصفات الجهاز التنفيذي للصرف الصحي – أنفاق الصرف الصحي في القاهرة الكبري)

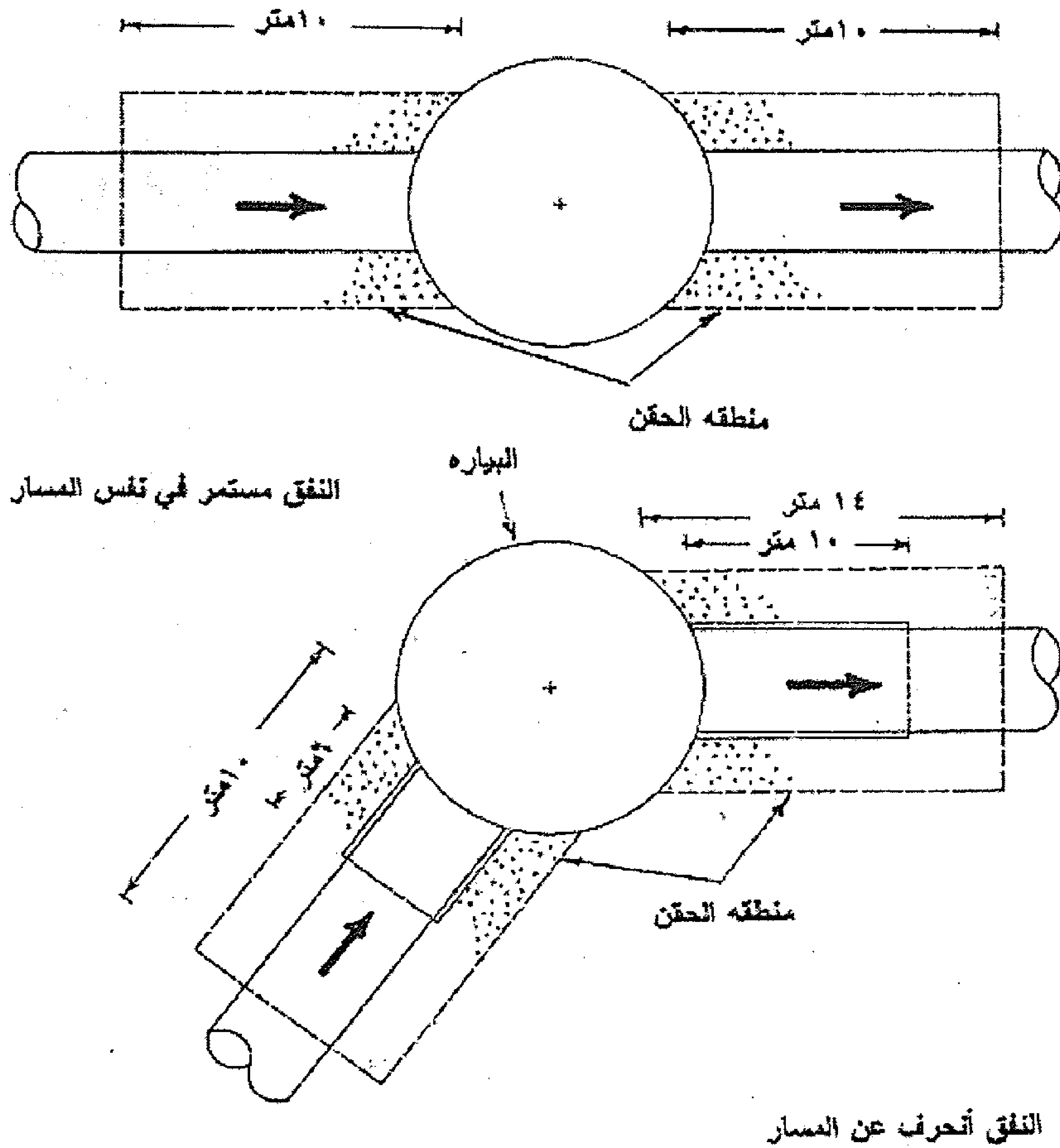
و تبطين الجزء العلوي من النفق يلزم عمل شدة معدنية بسيطة سهلة الفك للتمكين من حمل الطوب للجزء العلوي حتي تمام الشك . يبقي الجزء العلوي من التبطين (٤ طوبات) لم يمكن وضع مونة البياض خلفهما – لذا يتم عمل ثقوب في هذا الجزء ثم حقن لباني الأسمنت من خلالها ليملأ الفراغ بينها وبين النفق .

سابعا : الأنفاق المساعدة Transition Chambers :

بعد أنشاء البيارة Shaft وعند الأستعداد لبدأ أنشاء النفق – يلاحظ أن أبعاد البيارة لا تستوعب معدات النفق و ملحقاته . لذا فأنه يتم أنشاء نفق صغير – قطره الداخلي يزيد ٣٠ سم عن القطر الخارجي للنفق الأصلي و طوله حوالي ٦ أمتار عند دخول النفق الأصلي الي البيارة .كما ينشأ نفق آخر بطول ١٠ متر بعد الخروج منها للتمكين من دخول وخروج معدات الحفر . ينشأ هذا النفق من أجزاء خرسانية و يتم تنفيذه

يدويا (الحفر وتركيب الحلقات) و باستخدام الهواء المضغوط - شكل (١٤) . عند نهاية النفق يتم صب سدادة من المونة الخرسانية (جزء أسمنت : ٢٠ جزء رمل) لصلب التربة بسمك ٤٠ سم.

من الضروري أيضا حقن منطقة النفق المساعد لمنع رشح المياه الي الداخل (حول آخر حدود النفق بمسافه ٢ متر) . بعد تركيب معدات النفق و بدأ العمل و بعد أتمام بناء النفق الأصلي في هذا الجزء يتم حقن الفاصل بين النفقين - كما يتم معالجة و حقن ما بين حائط البيارة و بداية النفق لمنع أي رشح من الخارج .



شكل (١٤) الأنفاق المساعدة

عند وصول النفق لموقع بيارة - علي مساره - فيمكن أن يكون هناك أحد الوضعين الآ تيـــين :

١ - النفق مستمر في نفس المسار و علي أستقامة واحدة : و في هذه الحالة لا يعمل أي أنفاق مساعده لا عند الدخول و لا عند الخروج . و يجب الردم داخل البيارة بمونة من الرمل + الأسمنت بنسبة (١ : ٢٠) مع الدمك و الي أرتفاع فوق النفق الأصلي يساوي ضعف قطر النفق حتي يمكن لماكينة الأنفاق من أختراق حوائط البيارة و الردم داخلها دون أي عوائق كما لو لم تكن هناك بيارة.

٢ - النفق يغير من مساره بزاويه أنحراف : يتطلب الأمر في هذه الحالة بناء نفق مساعد بطول ١٠ متر عند الخروج من البيارة و نفق آخرعند الدخول بطول ٦ متر . كما يراعي حقن مناطق النفقين . يلاحظ في هذه الحالة القيام بفك الماكينة الي أجزاء ثم أعادة تركيبها في نفس البيارة في أتجاه الخروج .

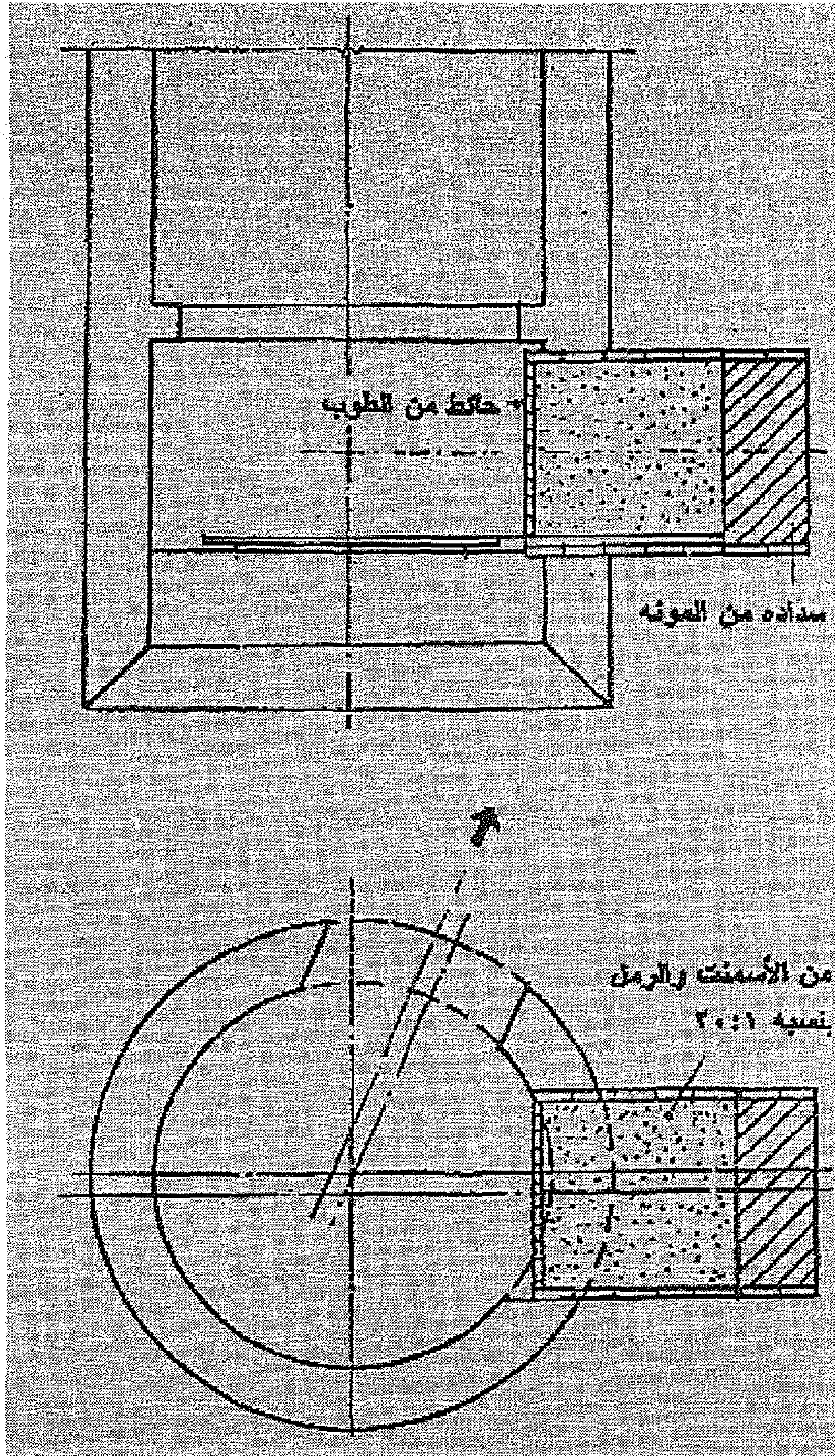
خطوات تنفيذ النفق :

المرحلة الأولي :

١ - الأنتهاء من أنشاء البيارة الأولي و البيارة التالية – علي الأقل.

٢ - عمل التخطيط المساحي لمحور النفق و الأنتهاء من النفق المساعد.

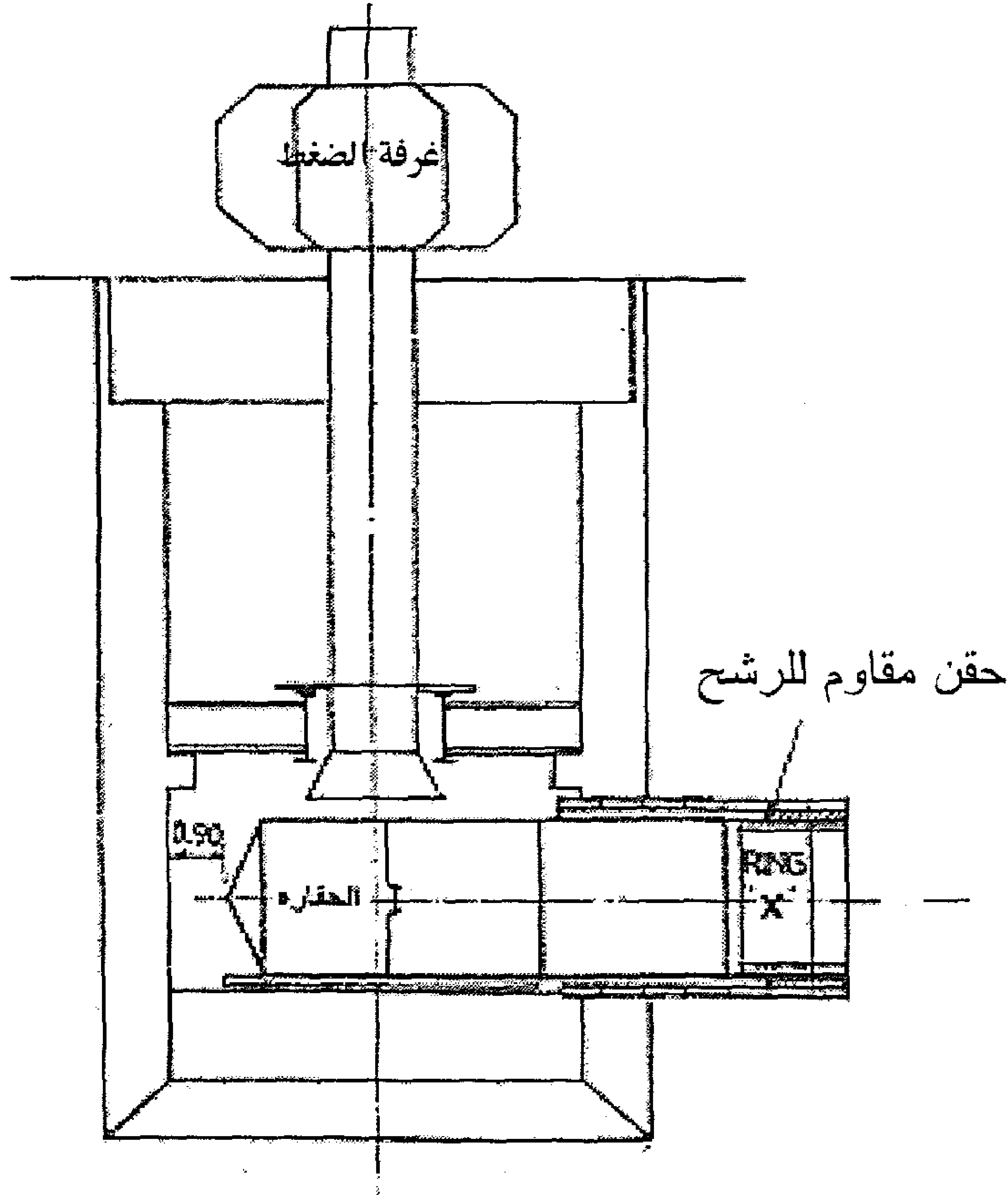
٣ - حقن المنطقة المحيطة بالنفق المساعد ثم يتم تنزيل الدرع و يضبط في الأتجاه و الميل المطلوب – شكل (١٥).



شكل (١٦) الأنفاق المساعدة

المرحلة الثانية:

١ –تركيب معدات ضغط الهواء حتي يمكن تركيب الحفارة وعربات الخدمة ٠٠٠ ثم تزال بعد ذلك.

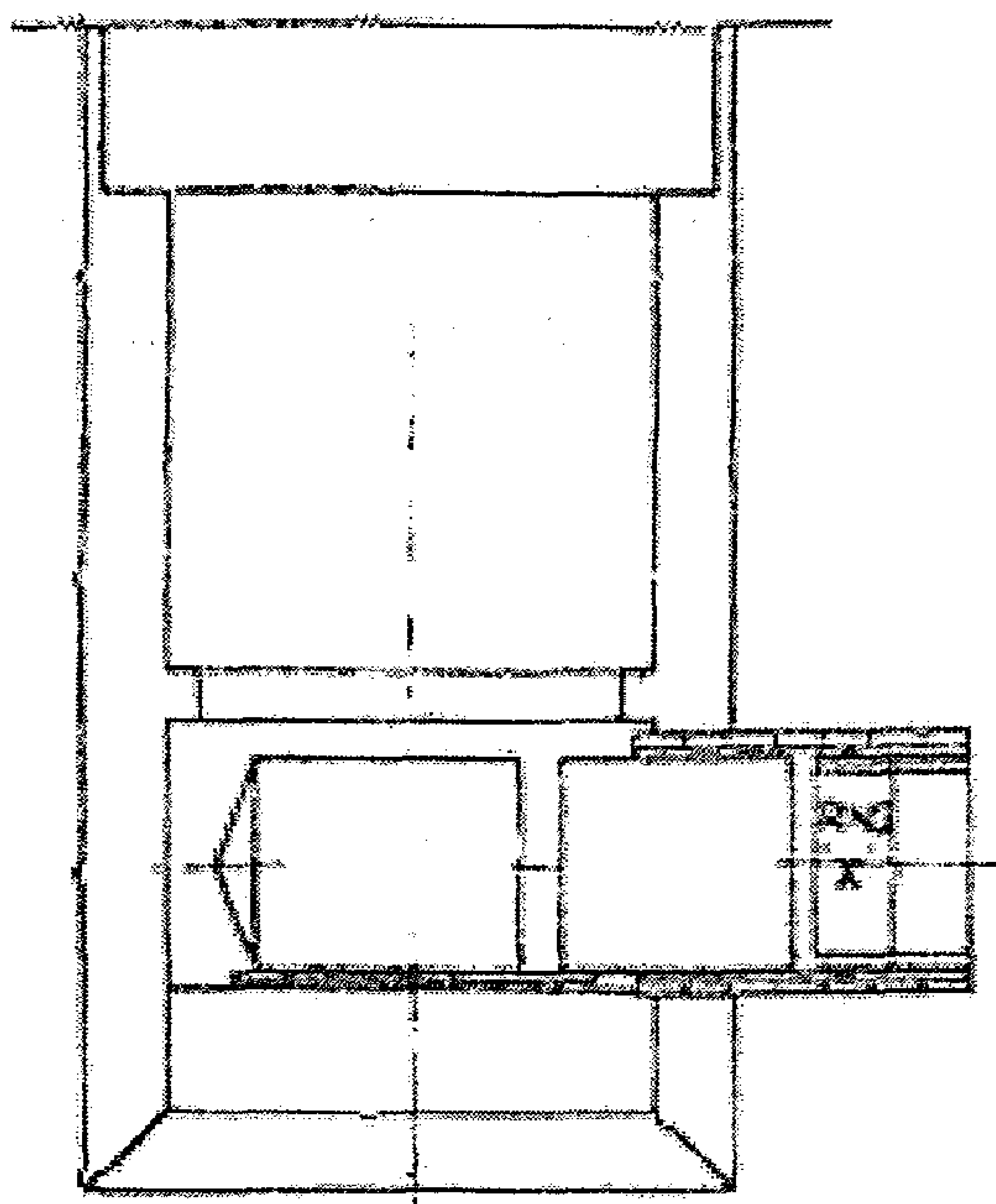


المرحلة الثالثة :

١ - أختراق الحفارة للسدادة المونة – دخول الحفارة في داخل البيارة.

٢ - دفع مقدمة الحفارة لتكون علي بعد ٩٠ سم من حائط البيارة.

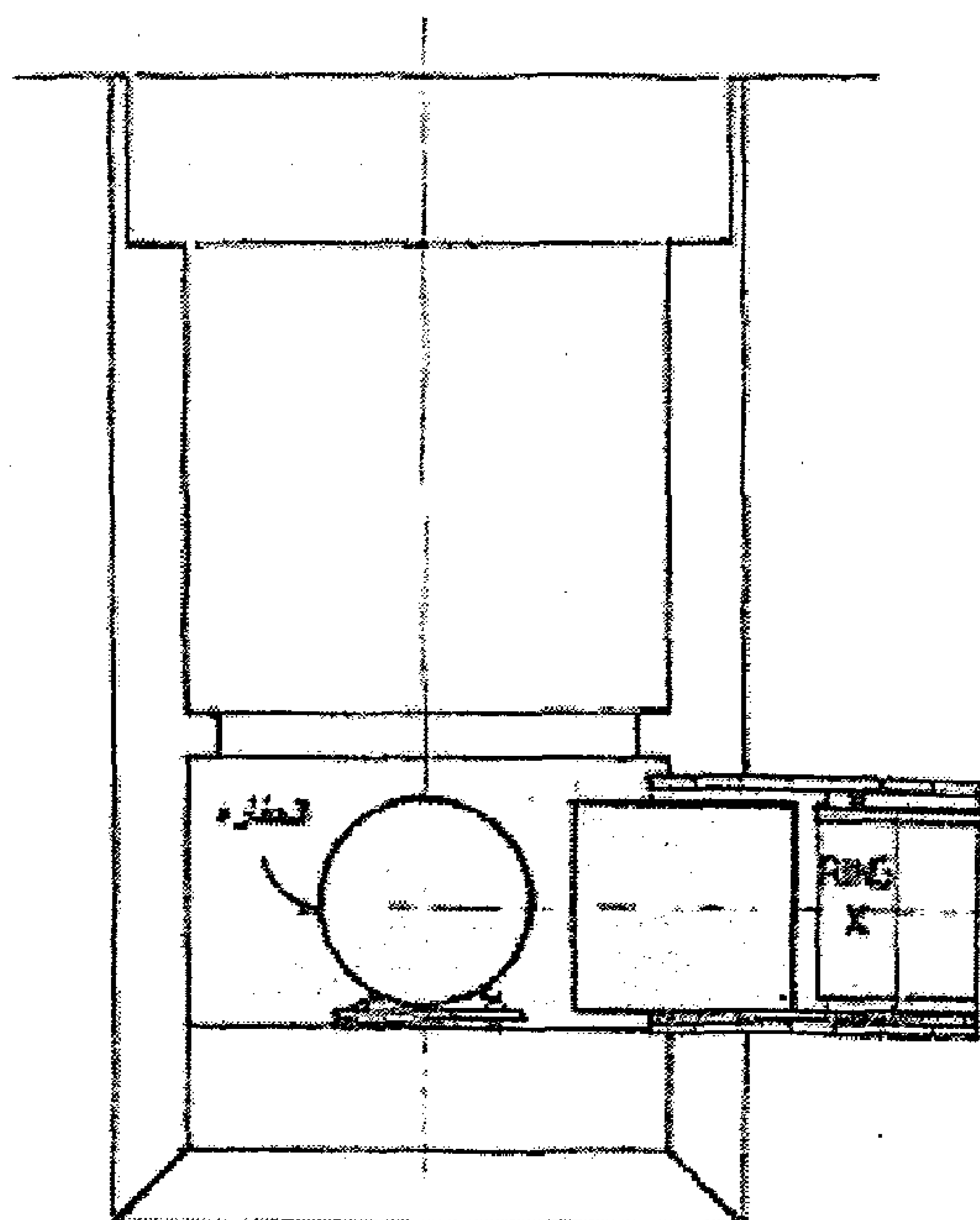
٣ - حقن الحلقة الخرسانية لمنع الرشح داخل النفق.



المرحلة الرابعة:

١ - أزالة معدات الهواء المضغوط.

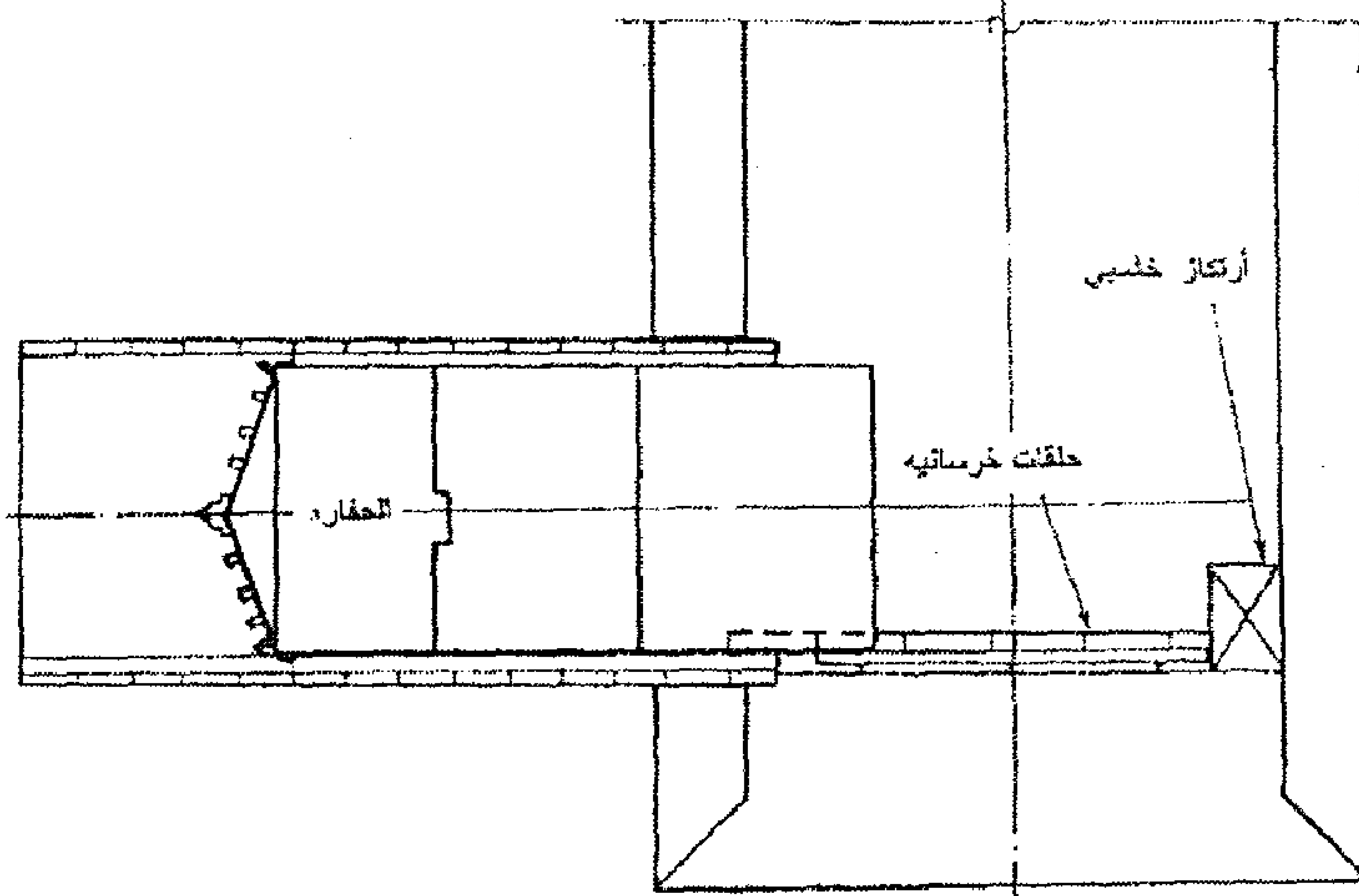
٢ - فصل مقدمة الحفارة عن باقي العربات ودفعها الي داخل الغرفة . تكون عربات الخدمة داخل النفق المساعد.



المرحلة الخامسة:

١ -رفع وتحويل الحفارة الي وضع ومسار النفق.

٢ – نقل ورفع العربات المتحركة الي الغرفة و تحويلها خلف الحفارة . تبدأ أعمال حفر النفق.

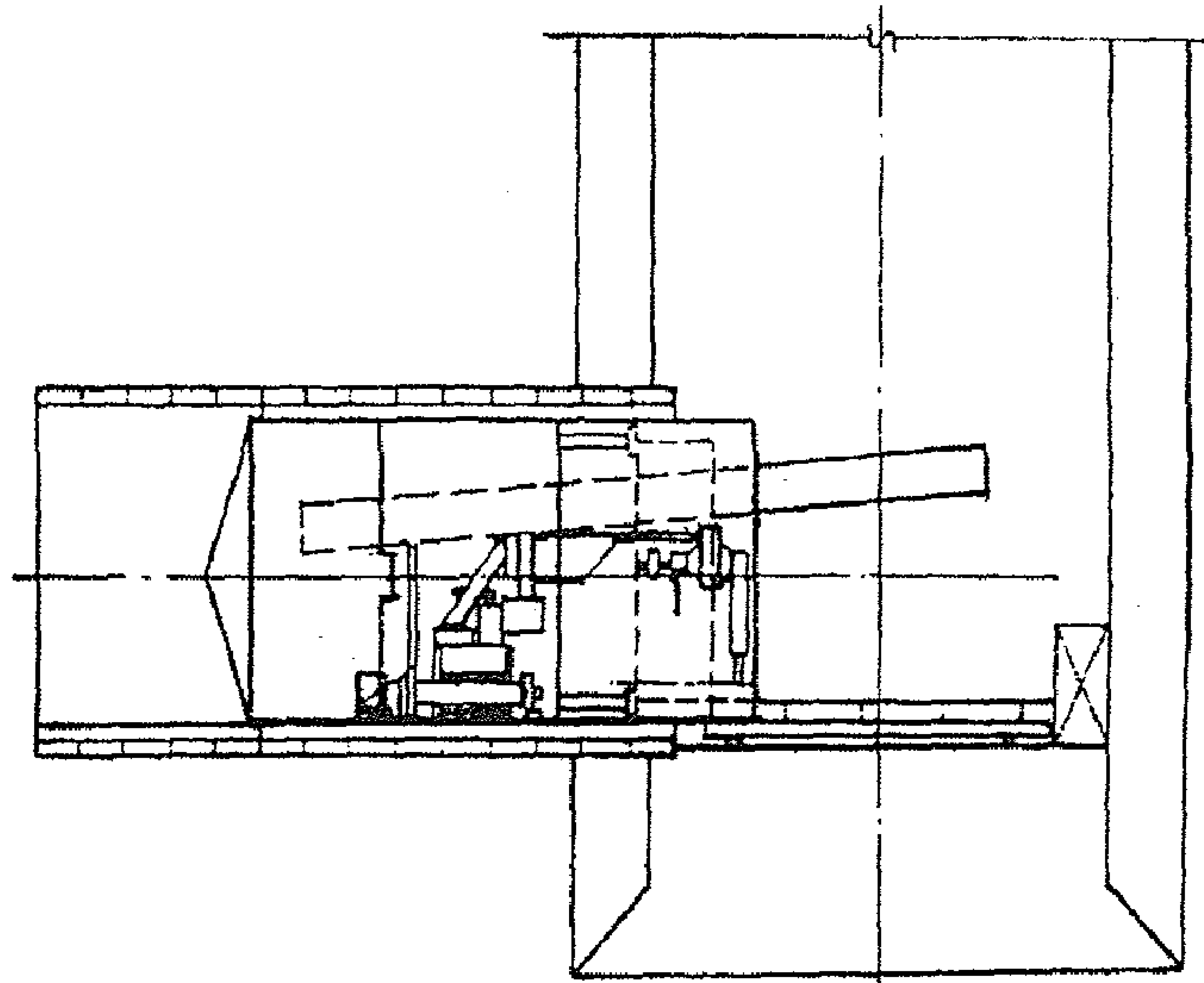


المرحلة السادسة:

تركيب دكم خشبية (تعمل كأرتكاز) عند حائط البيارة.

بناء نصف حلقات النفق السفلية (مؤقتا) تعمل كأرتكاز.

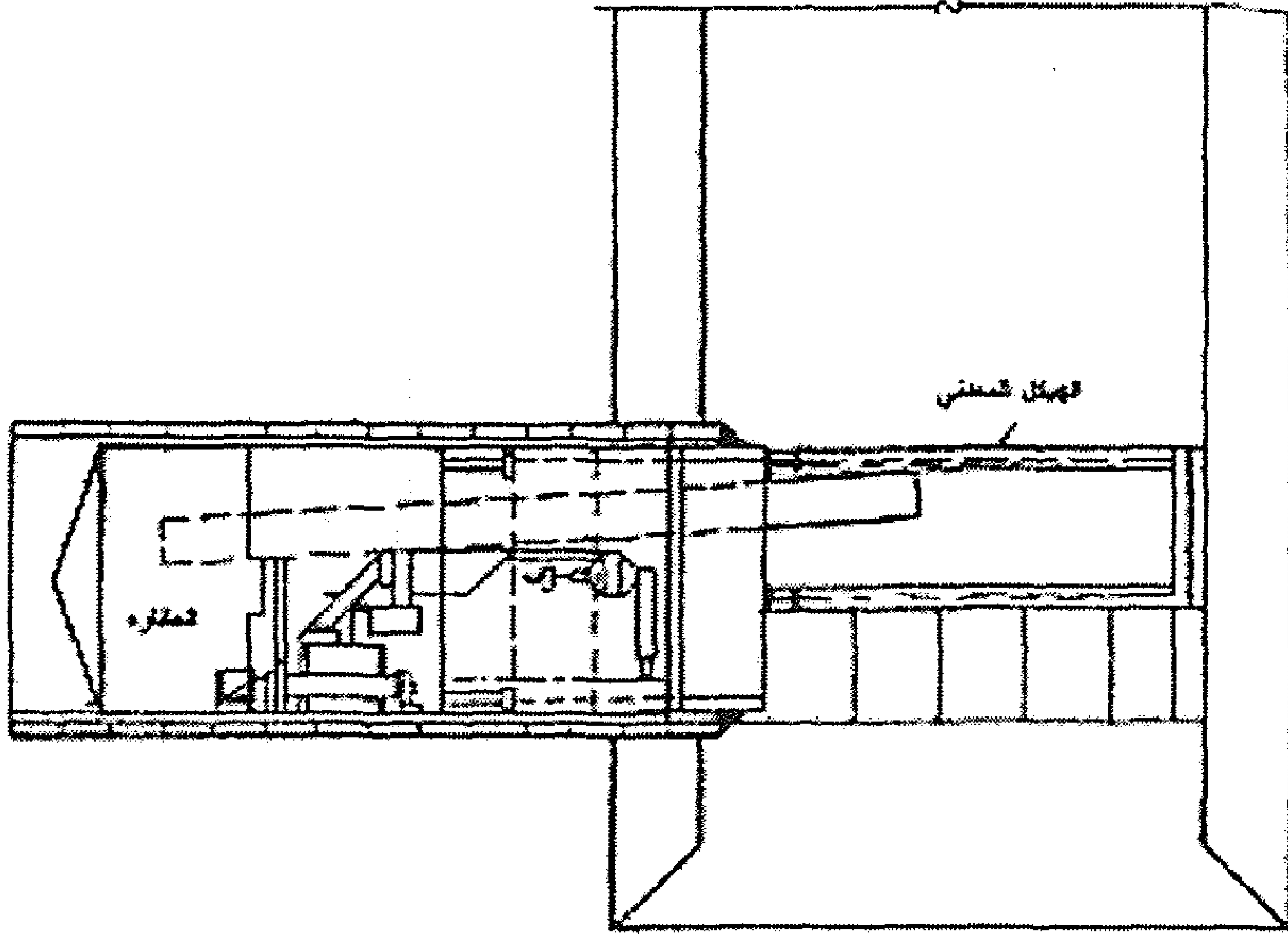
تركيب آلة تركيب القطع الخرسانية ثم باقي مقطورات الخدمة.



المرحلة السابعة:

١ – أستخدام المكابس السفلية في دفع الحفارة الي داخل النفق مرتكزة علي الحلقات الخرسانية السفلية.

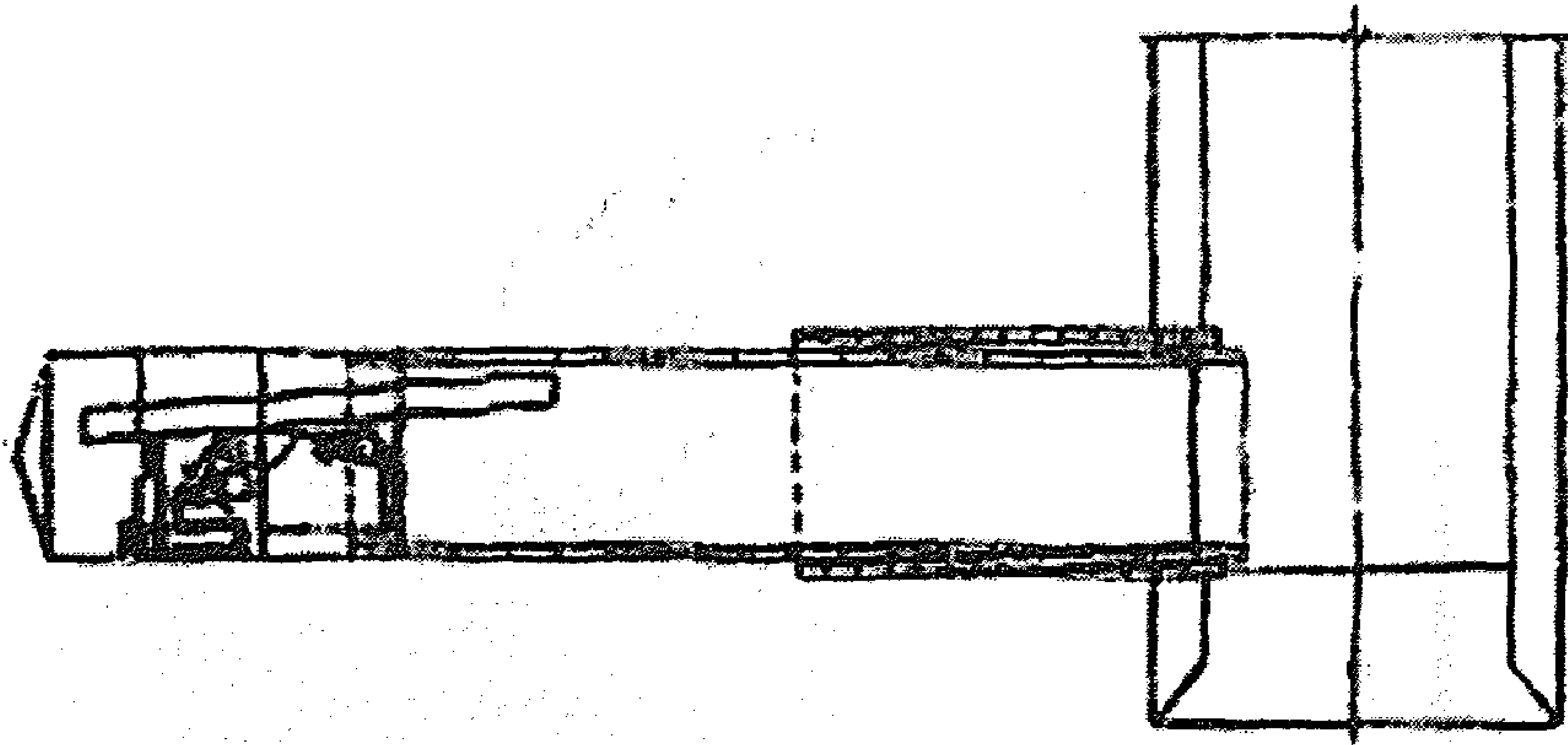
٢ – بناء الحلقة الأولي في النفق الدائم.



المرحلة الثامنة:

١ - أزالة الحلقات الخرسانية التي أستخدمت كأرتكاز من البيارة.

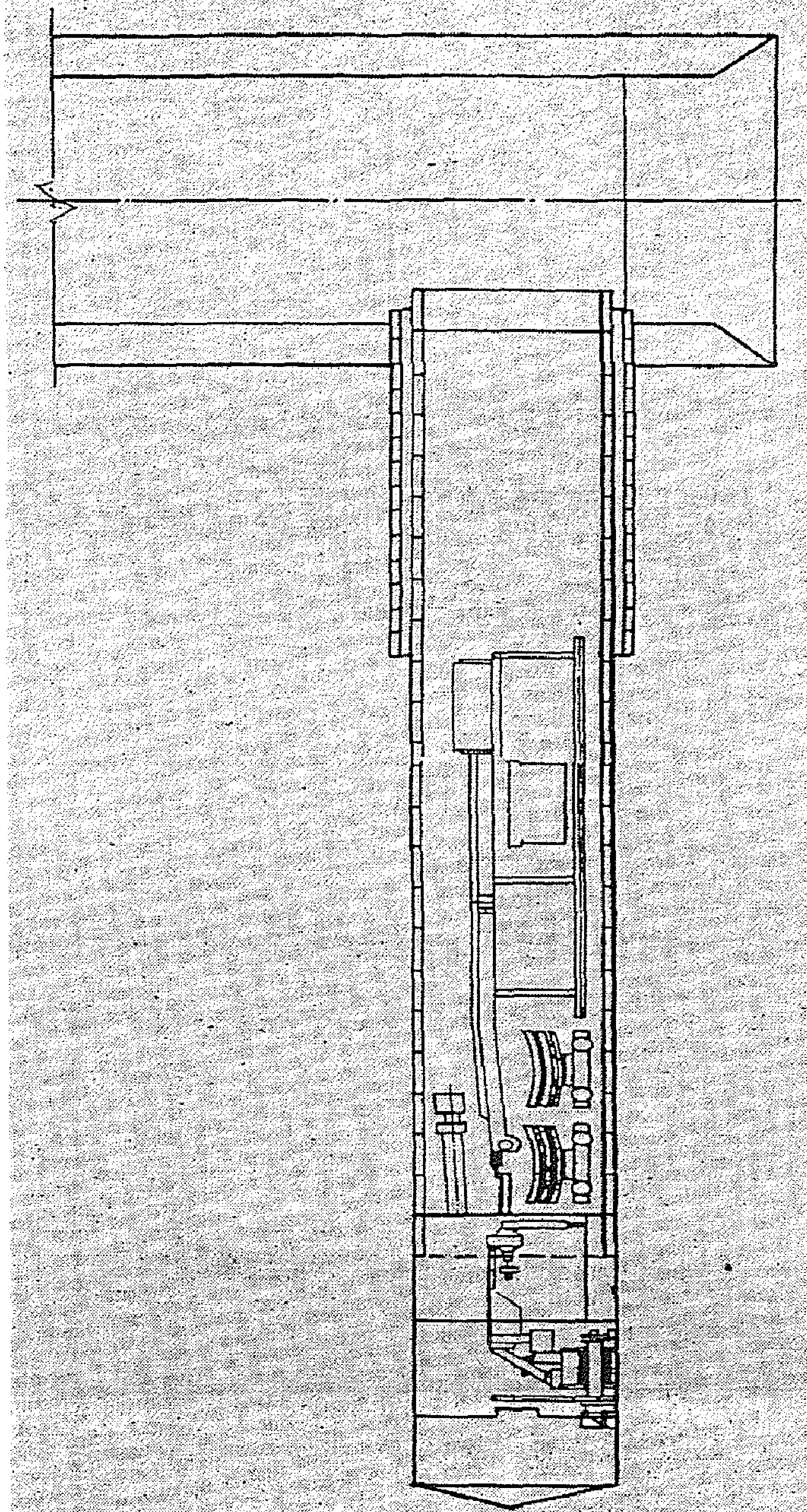
٢ – تركيب هيكل المعدني ليعمل كأرتكاز للحفارة.



المرحلة التاسعة:

١ - دفع الحفارة الي الأمام.

٢ – أزالة الهيكل المعدني من البيارة.

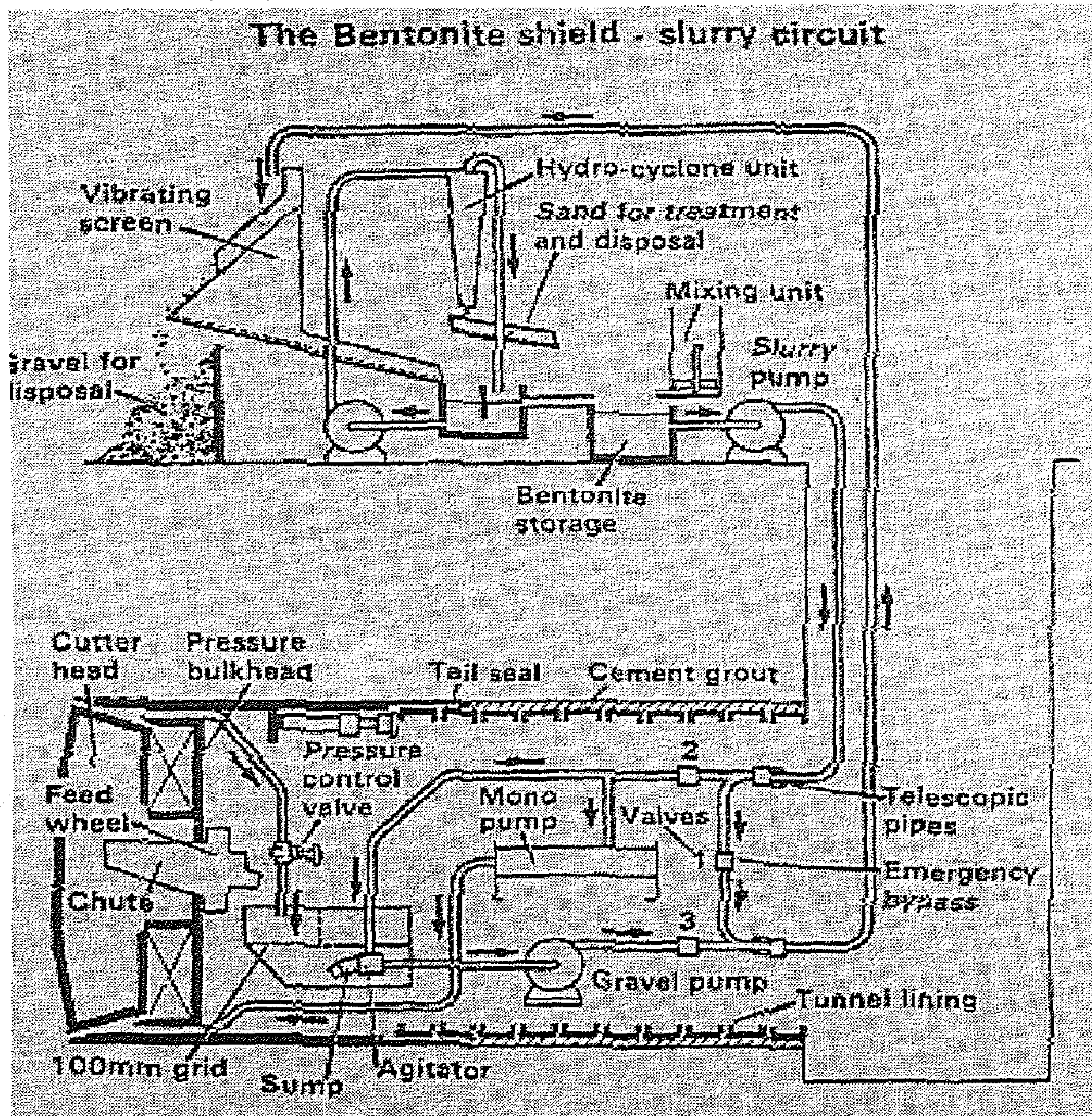


شكل (١٥) مراحل بناء غرفة الدفع مع تركيب الحفارة.

تنفيذ النفق:

١ – عمل التخطيط المساحي للنفق – الباب السابق . يتم تنفيذ البيارات وتركيب الحفارة مع ملحقاتها.

٢ - تبدأ الروافع في الأنفراج و في نفس الوقت تبدأ عملية الحفر . تقوم مقدمة الحفارة بالدوران قاطعة الأرض من الأمام . تختلط الأتربة بخليط البنتونايت الوارد اليها من محطة الخلط وتقوم طلمبات الروبة بسحب خليط هذه المواد الي أعلي الي محطة فصل البنتونايت لأعادة أستعماله بينما تجفف الأتربة وتنقل خارج الموقع . و عند الأنتهاء من أنفراج الروافع – يقوم مشغل الماكينة بأعادة الروافع الي وضع الأنكماش – شكل (١٦).



شكل (١٦) دورة البنتونايت

يراجع مشغل الحفارة باستمرار لوحة أستقبال أشعه الليزر المجاورة له لضمان دقة الأ نحدار والأفقية وتعديل المسار بواسطة الروافع المساعدة أذا لزم الأمر.

٣ - تأتي الأجزاء الخرسانية الي موقع الدرع لتقوم آله تركيب الأجزاء الخرسانية برفعها الي الموقع المحدد لها و يقوم العمال بتثبيت الحلقة المطاط عليها وربط المسامير.

٤ - يستمر العمل بعد تركيب آخر حلقة و تبدأ الروافع في الأ نفراج ثانية مرتكزة علي آخر حلقة و هكذا.

ملاحظة :

لا يجب أن تتوقف للماكينة أطلاقا حيث يمكن حدوث ألتصاق طبقات الأرض بالدرع من الخارج الأمر الذي سيتسبب في مشاكل كبيرة . و قد يحدث التوقف ذلك لأسباب قهرية مثل تعطل الماكينة و خلافه . و في حالة عدم قدرة الماكينة علي العمل – يتم تثليج التربة Ground freezing أو يتم عمل بيارة فوقها تماما و النزول بها حتي الماكينة – مع أستخدام الهواء المضغوط – و ذلك لعمل الأصلاحات اللازمة ثم أستئناف العمل . وقد حدثت ذلك المشكلة في محطة الصرف الصحي بالأميرية عند دخول النفق عليها .

دراسة واقعية للأنفاق المجزأة – نفق أحمد حمدي – مدينة السويس – جمهورية مصر العربية :

نفق أحمد حمدي :

يقع نفق أحمد حمدي شمال مدينة السويس بحوالي ١٧ كم أسفل مجري القناة ، وقد تم تم تصميم النفق ليلائم التوسعات المستقبلية لزيادة المسطح المائي لقطاع القناة .

- المالك : وزارة التنمية والمجتمعات العمرانية الجديدة .
- تصميم النفق : سير ويليام هالكرو وشركاه بانجلترا .
- المقاول : شركة عثمان أحمد عثمان المصرية – شركة تارماك أوفرسيز الإنجليزية .

- القطر الخارجي = ١١,٨ متر .
- قوة دفع الروافع = ٣٠ رافع × ٣٠٠ طن (قدرة الرافع) .
- الطول =١٦٤٠ متر .
- قطر داخلي = ١٠,٤ متر .
- قطر خارجي = ١١,٨متر .

اختيار موقع النفق :

تمت المفاضلة بين موقعين لإنشاء النفق :

١ – موقع الشلوفة .

٢ – موقع الشط .

وقد أخذت ٢١ جسة ، كما تم عمل تجربة النفاذيةPumping Test في الموقعين .

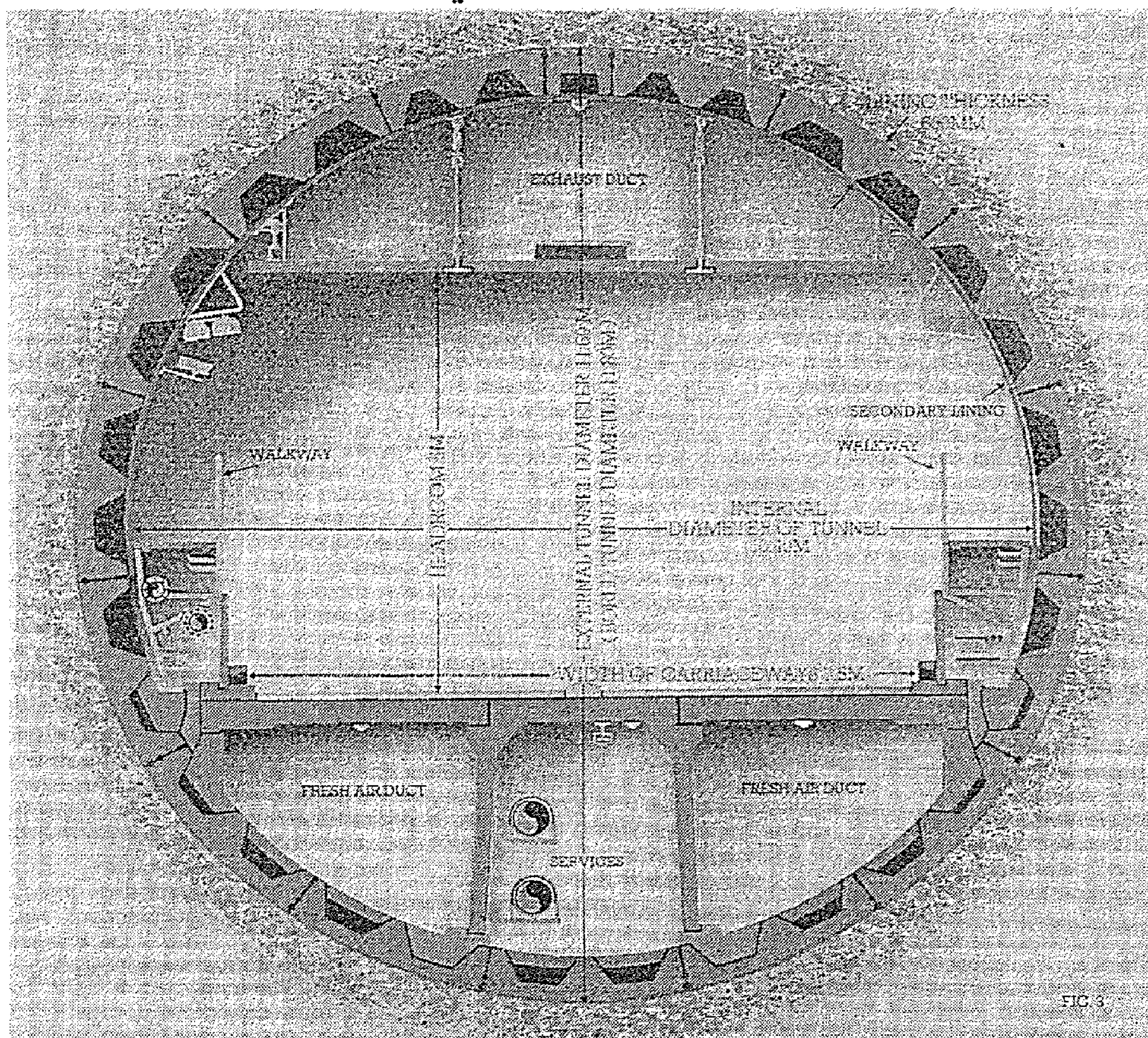
وقد تم أختيار موقع الشلوفة حيث طبقة التربة المار بها النفق جيدة و فائقة التصلد Over Consolidated وتتكون من الطمي والصخور الطينية Clay & Mudstone التي من شأنها تقليل مشاكل مياه الرشح إلي حد كبير أثناء تنفيذ النفق .

تم عمل نفق تجريبي Pilot Tunnel في نفس محور النفق الأصلي للاطمئنان إلي استمرار طبقة الطين المختارة ، وقد ثبتت استمرارها وتأكد العمل من خلالها .

ومما يجدر ذكره ، أن تنفيذ النفق تم بالحفر المكشوف بواسطة الحفارات العادية وكانت المياه الجوفية منعدمة ، وقد قمت بنفسي بالدخول داخل النفق وشاهدت أعمال الحفر بالحفارات ونقلها بالسيور إلي سيارات النقل إلي خارج النفق وكذا تركيب الحلقات الخرسانية المبطنة للنفق وكنا متواجدين و فوق رؤوسنا يسير مجري قناة السويس .

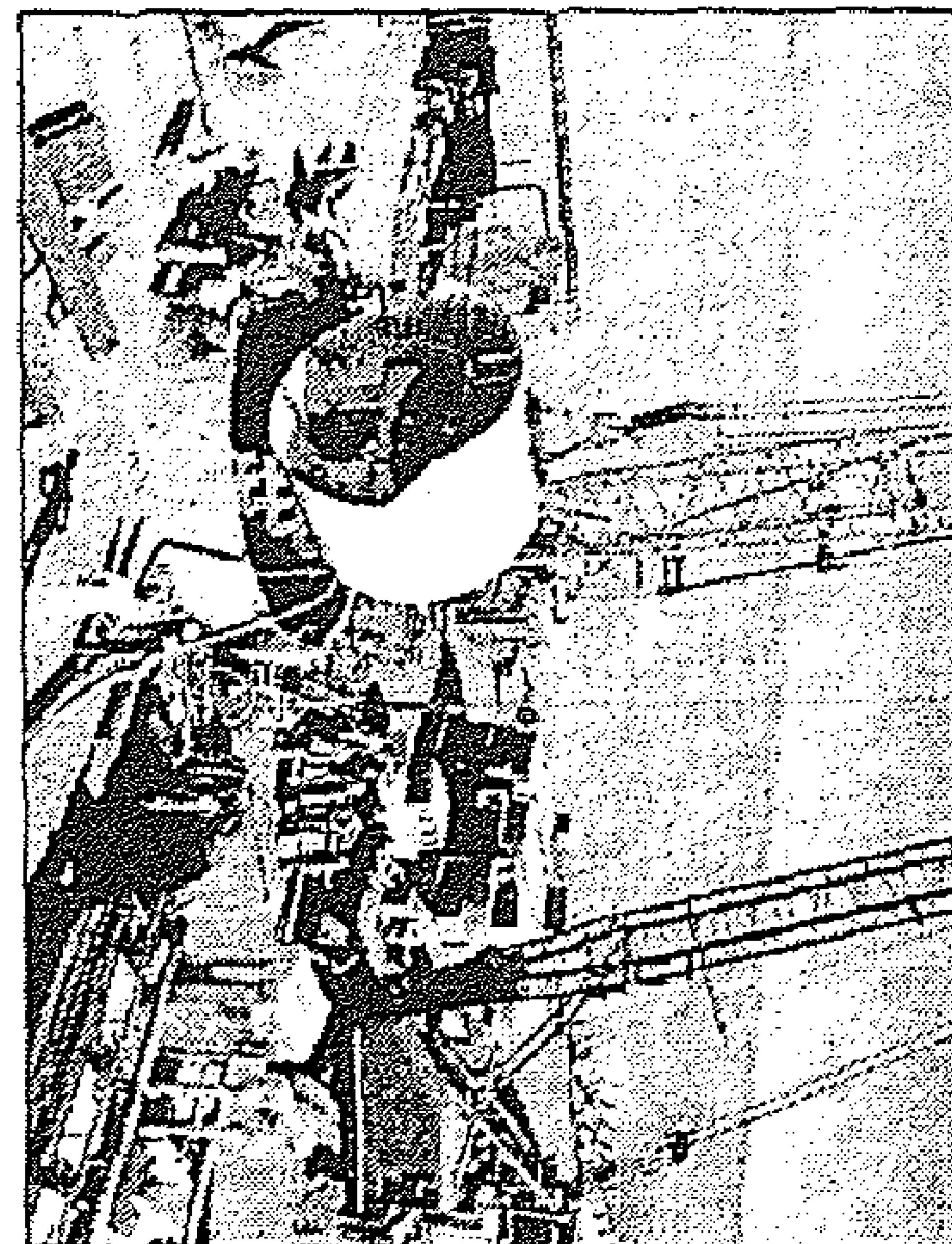
كانت تركب ١٦ قطعة خرسانية بطول ١,٢ متر و بسمك ٦٠ سم و وزن ٣,٢ طن لتشكل حلقة واحدة للنفق . حول كل قطعة خرسانية شريط مطاط عازل للرشح بين القطع المتجاورة عند التركيب .

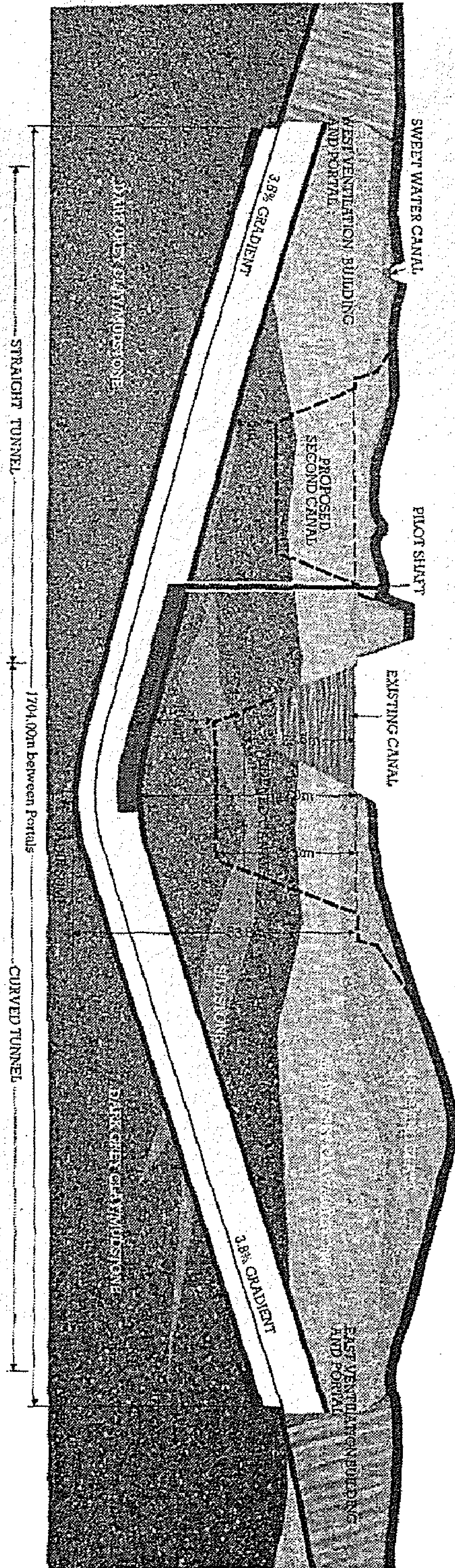
نفق أحمد حمدي



شكل (١٧) نفق الشهيد أحمد حمدي

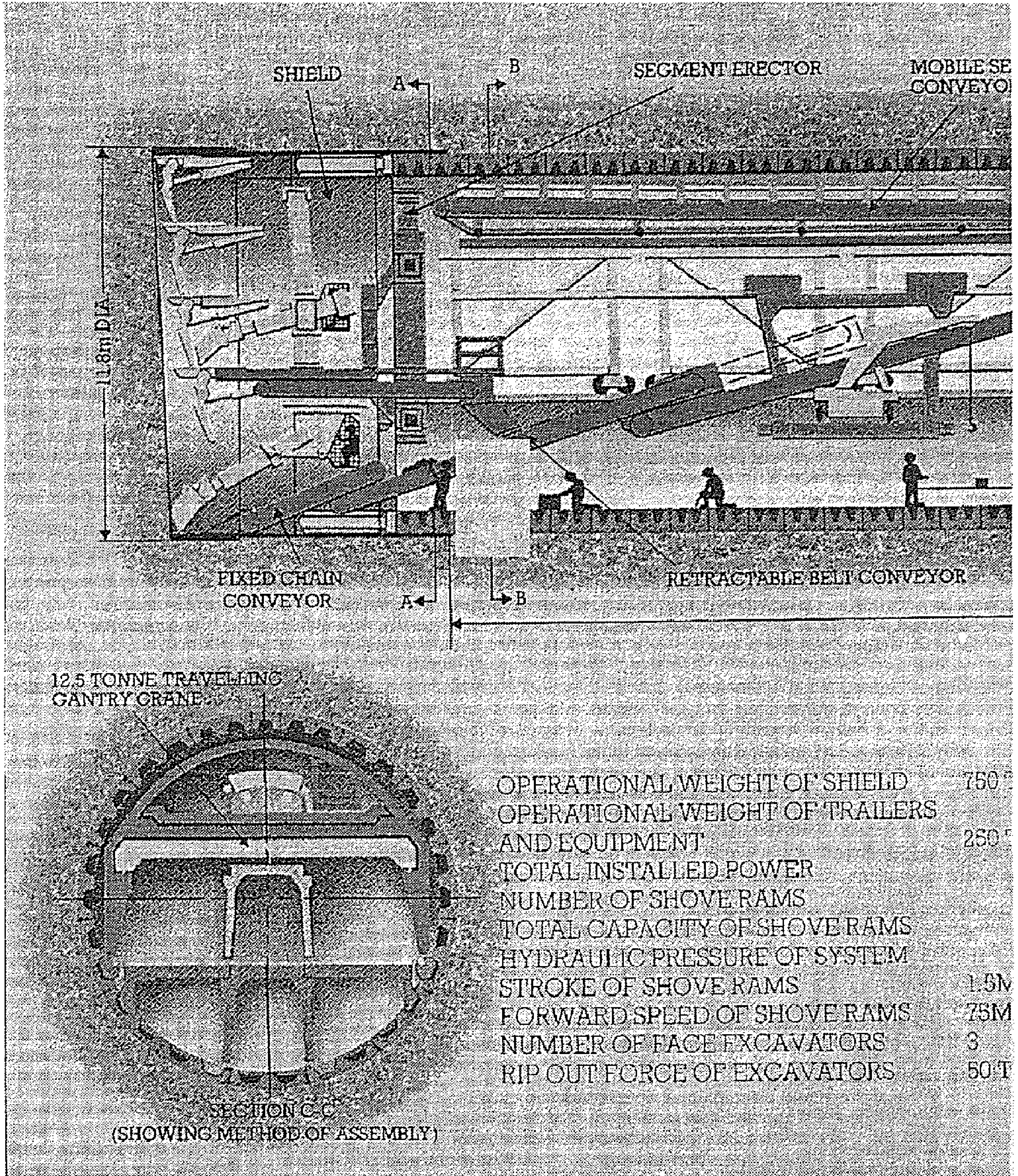




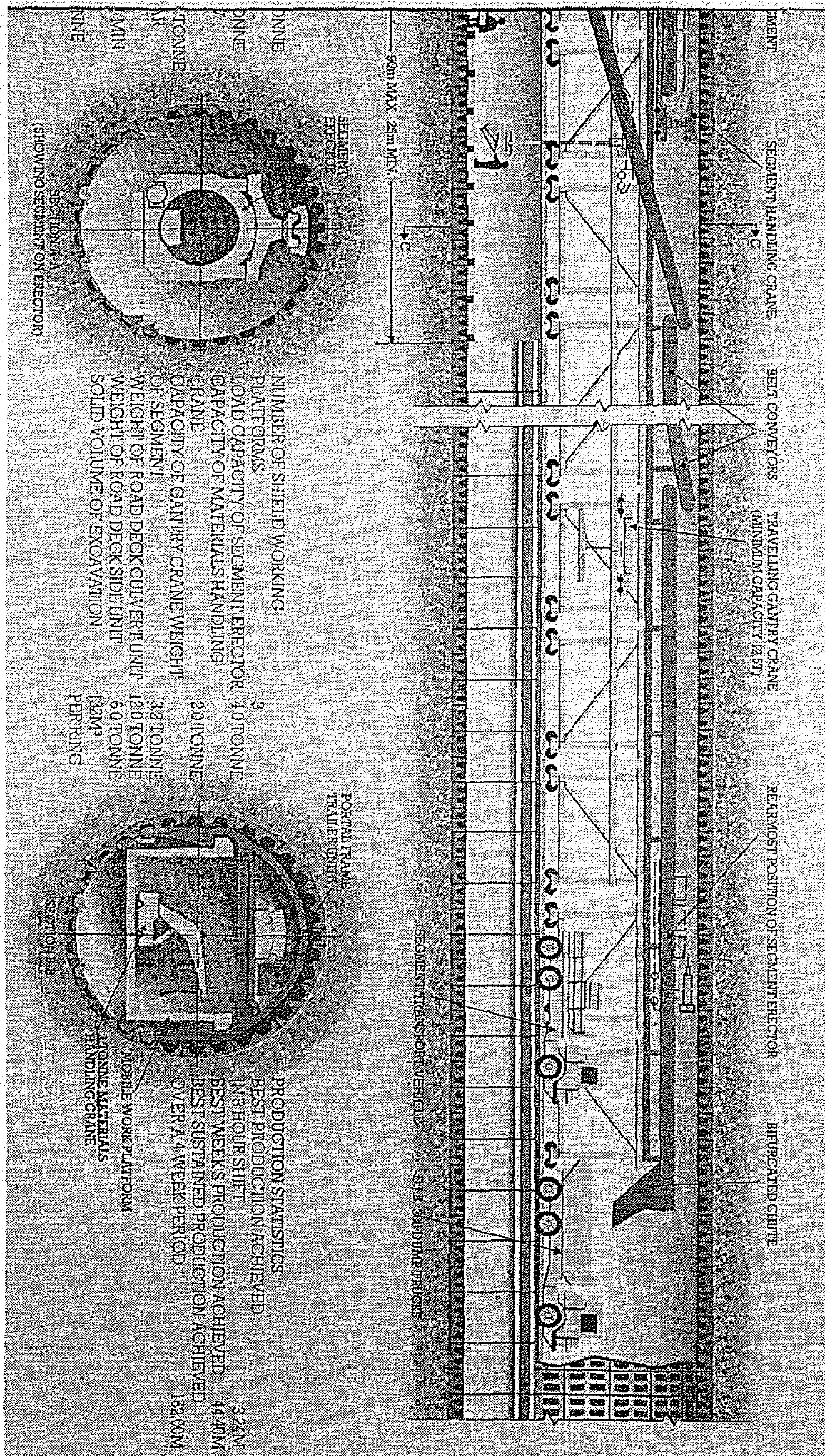


طبقة الصخور الطينية المار النفق من خلالها – نفق أحمد حمدي

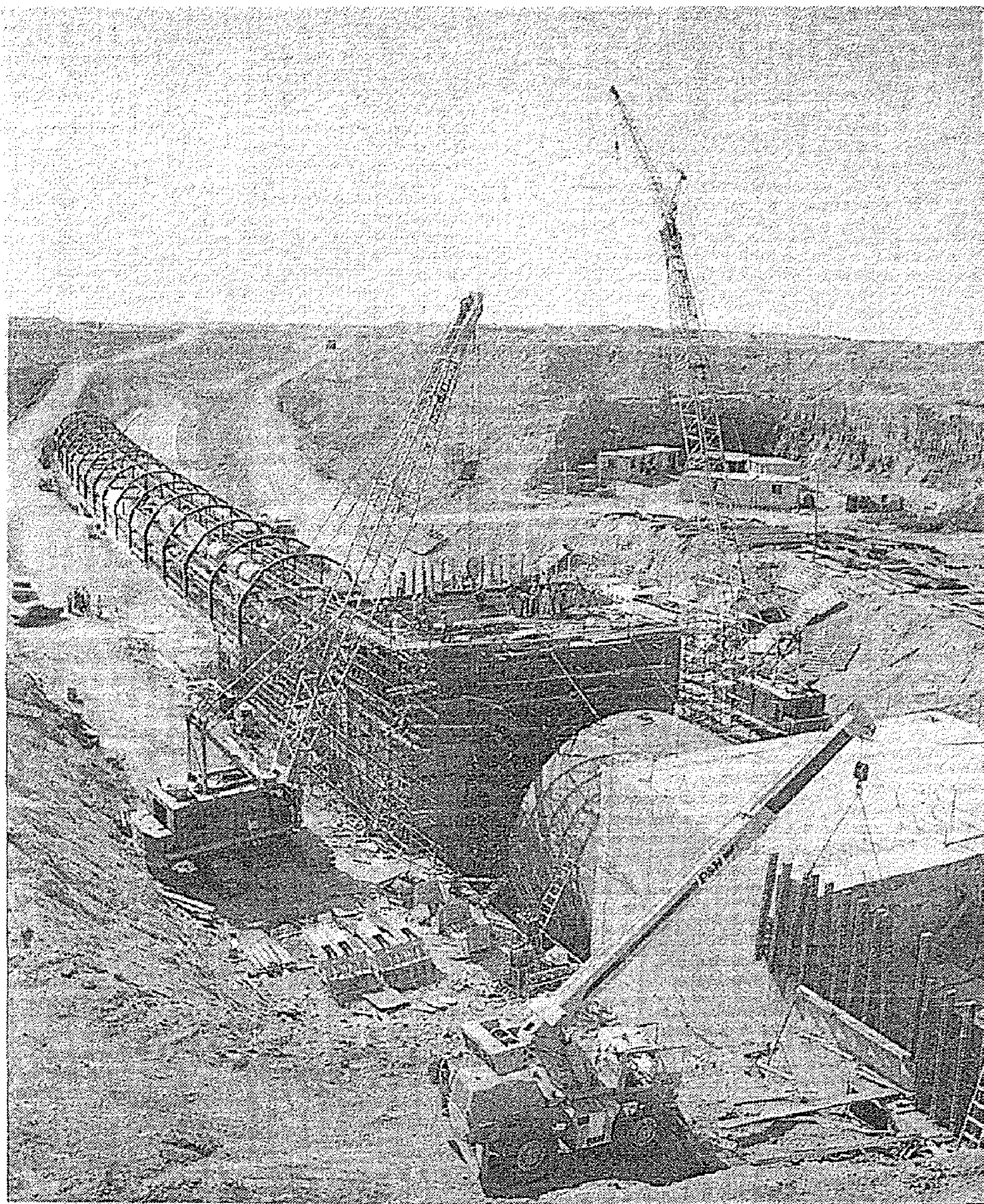
Construction



مقدمة ماكينة الحفر بالحفارات والسيور الناقلة – نفق أحمد حمدي

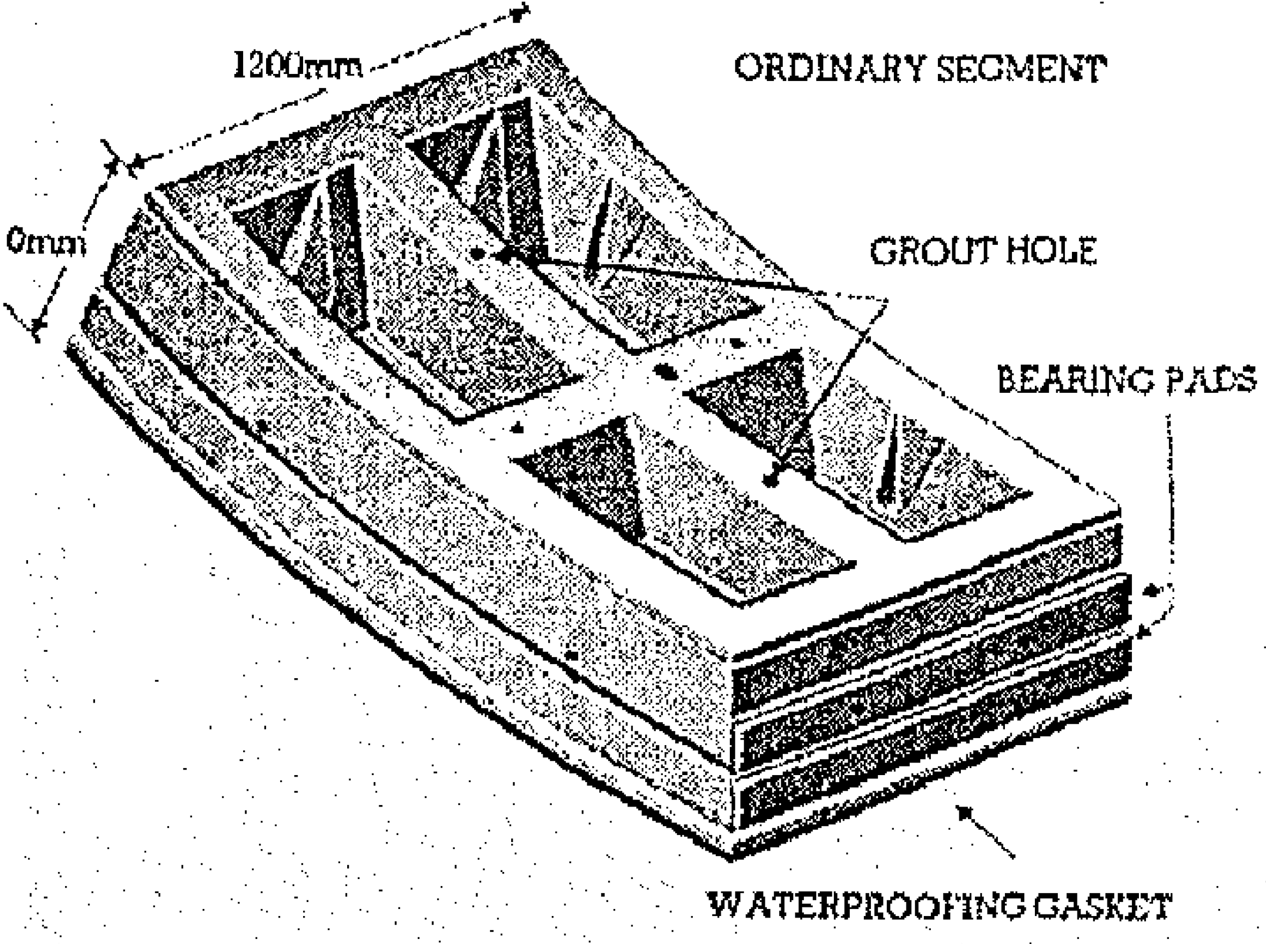


النفق أثناء الإنشاء- نفق أحمد حمدي



النفق أثناء التفيذ– نفق أحمد حمدي

The bored tunnel has been provided with a secondary lining to improve the appearance of the tunnel and reduce distractions to the motorist.

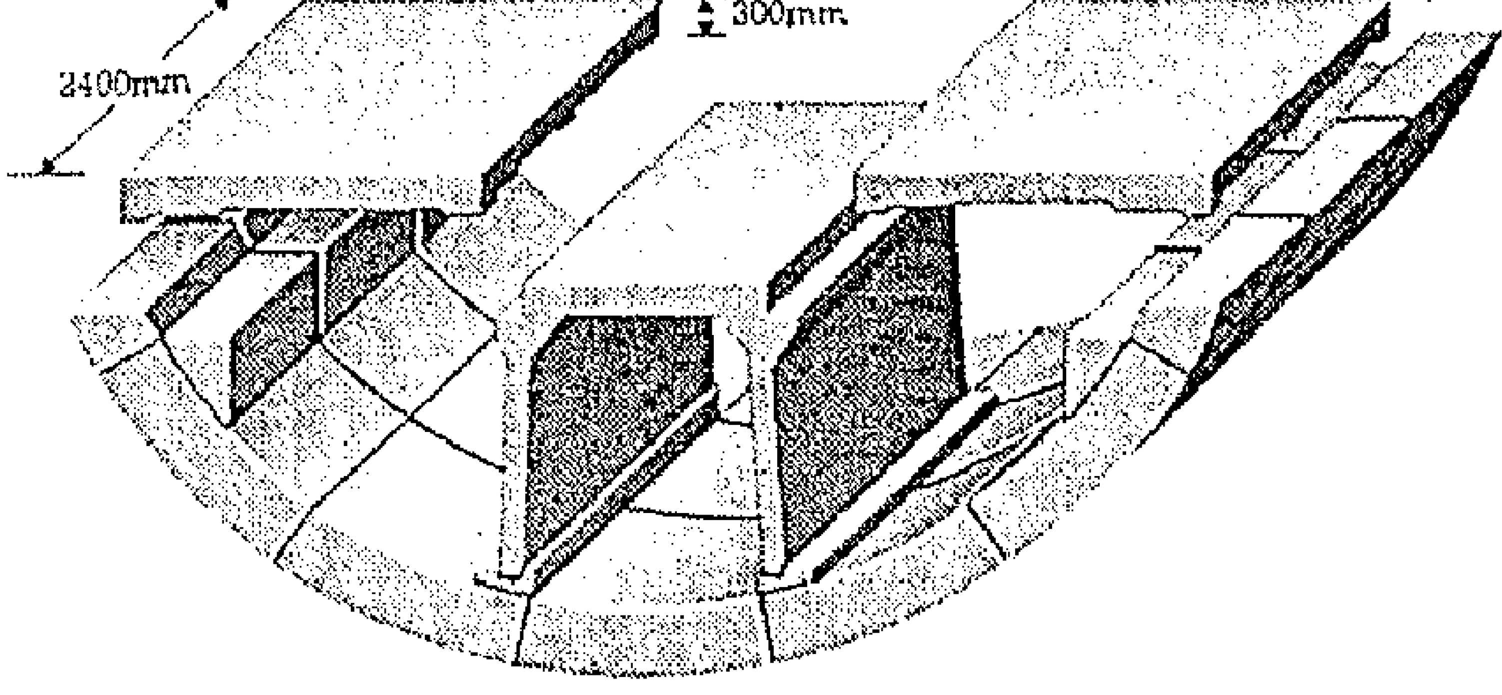


A suspended ceiling forms the bottom of the exhaust duct and has been designed to minimise air friction losses. It is formed from a deck of precast concrete planks, the weight of which is sufficient to counteract the uplift due to differential air pressures.

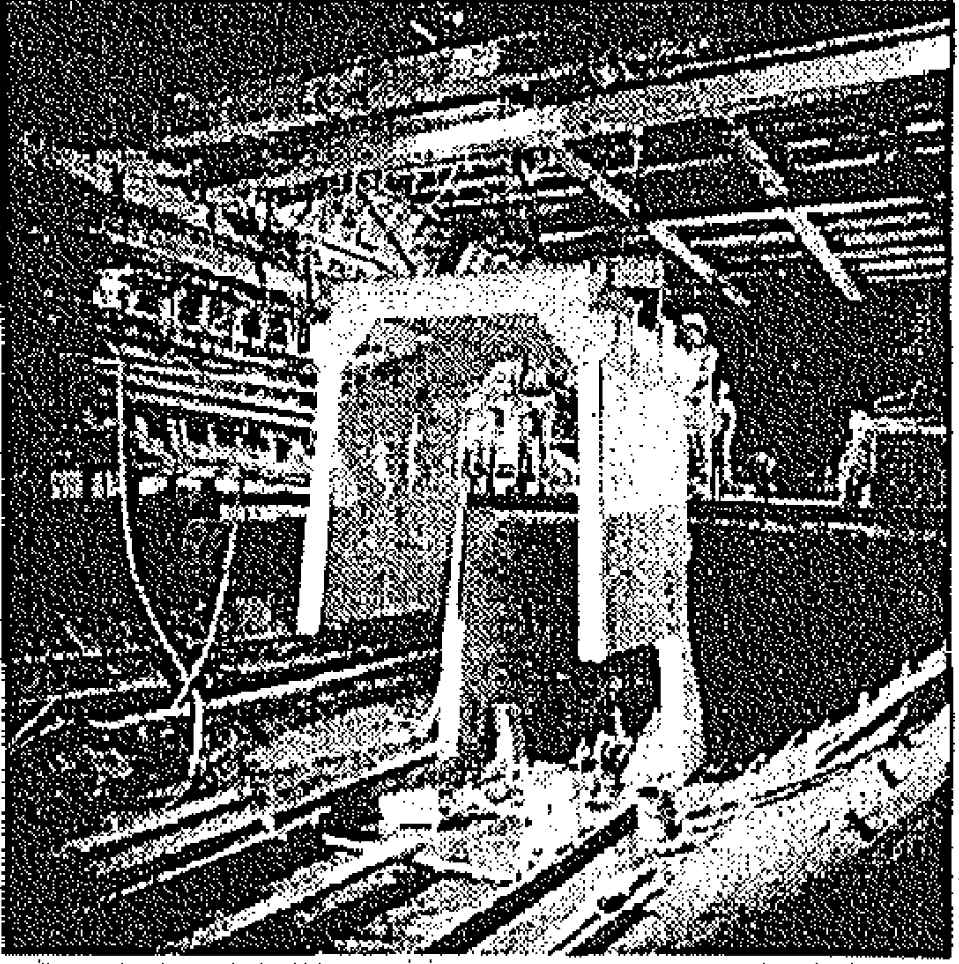
The approaches on both banks are in open cutting up to 30 metres deep. The ground on the west bank is clay and mudstone with only a thin covering of sand on the surface, while on the east bank there is up to nine metres of slightly cemented sand overlying the clay. The slopes are left bare and the design has taken account of ravelling of the dessicated surface, as well as overall stability. A maximum slope of 1:2 was incorporated for permanent works with berms as necessary.

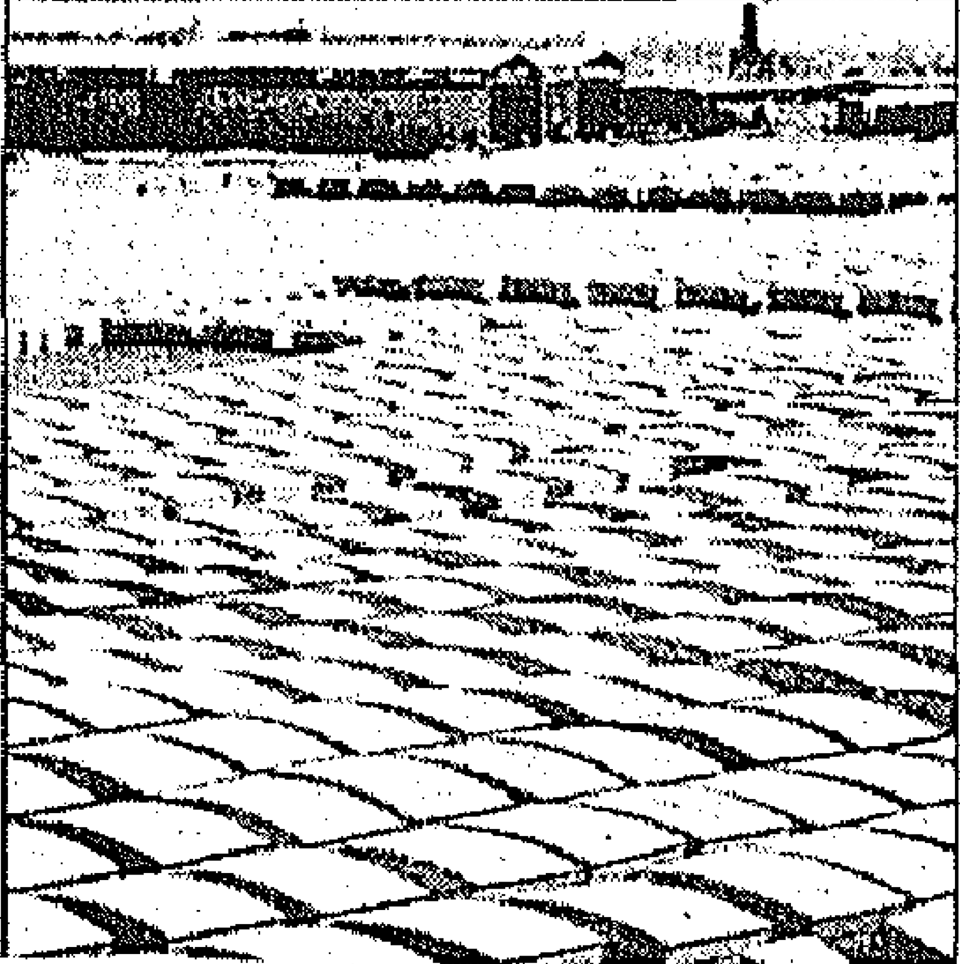
The approach roads have an impermeable asphaltic surfacing with a road base of unbound stone.

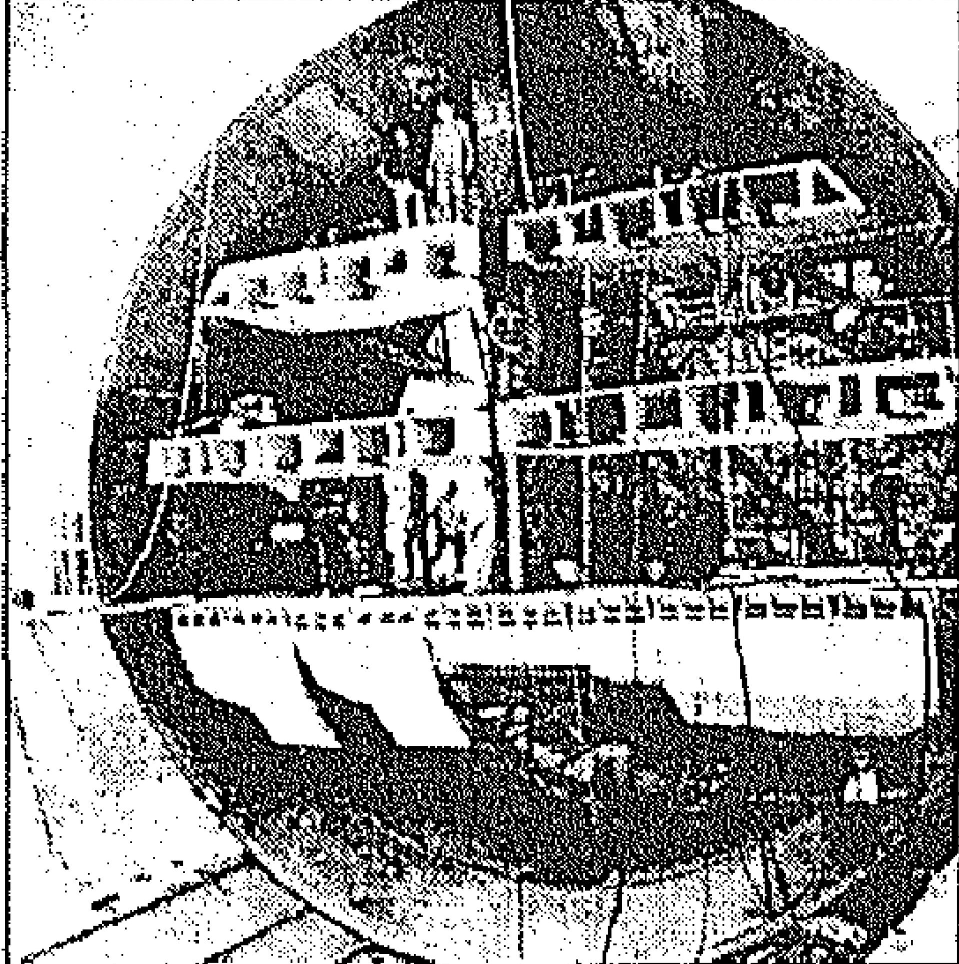
A 36m³ capacity nadir sump is situated at the tunnel low point to take the normal flows from tunnel leakage and wash down.



ARRANGEMENT OF PRECAST ROAD DECK UNITS

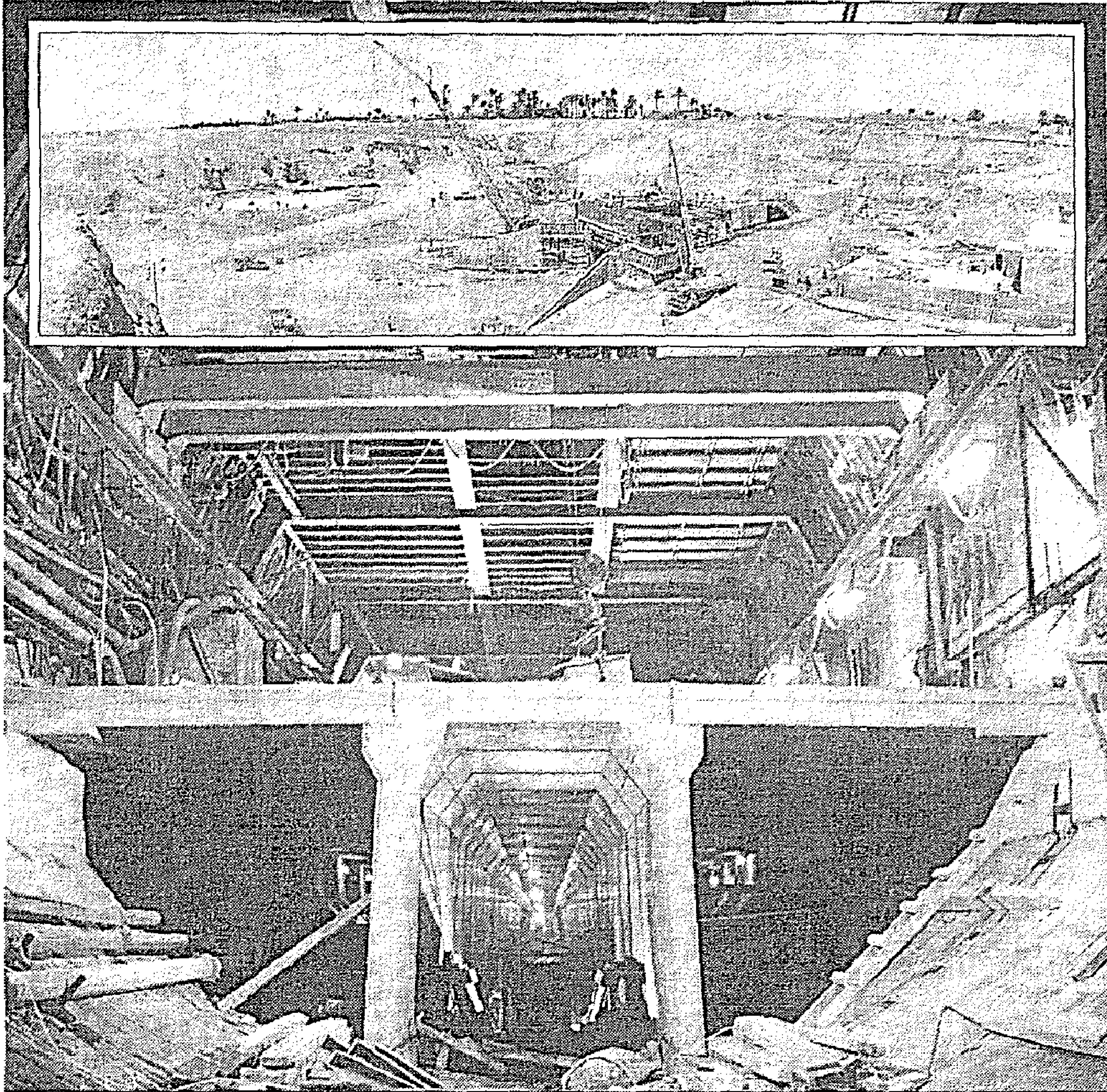




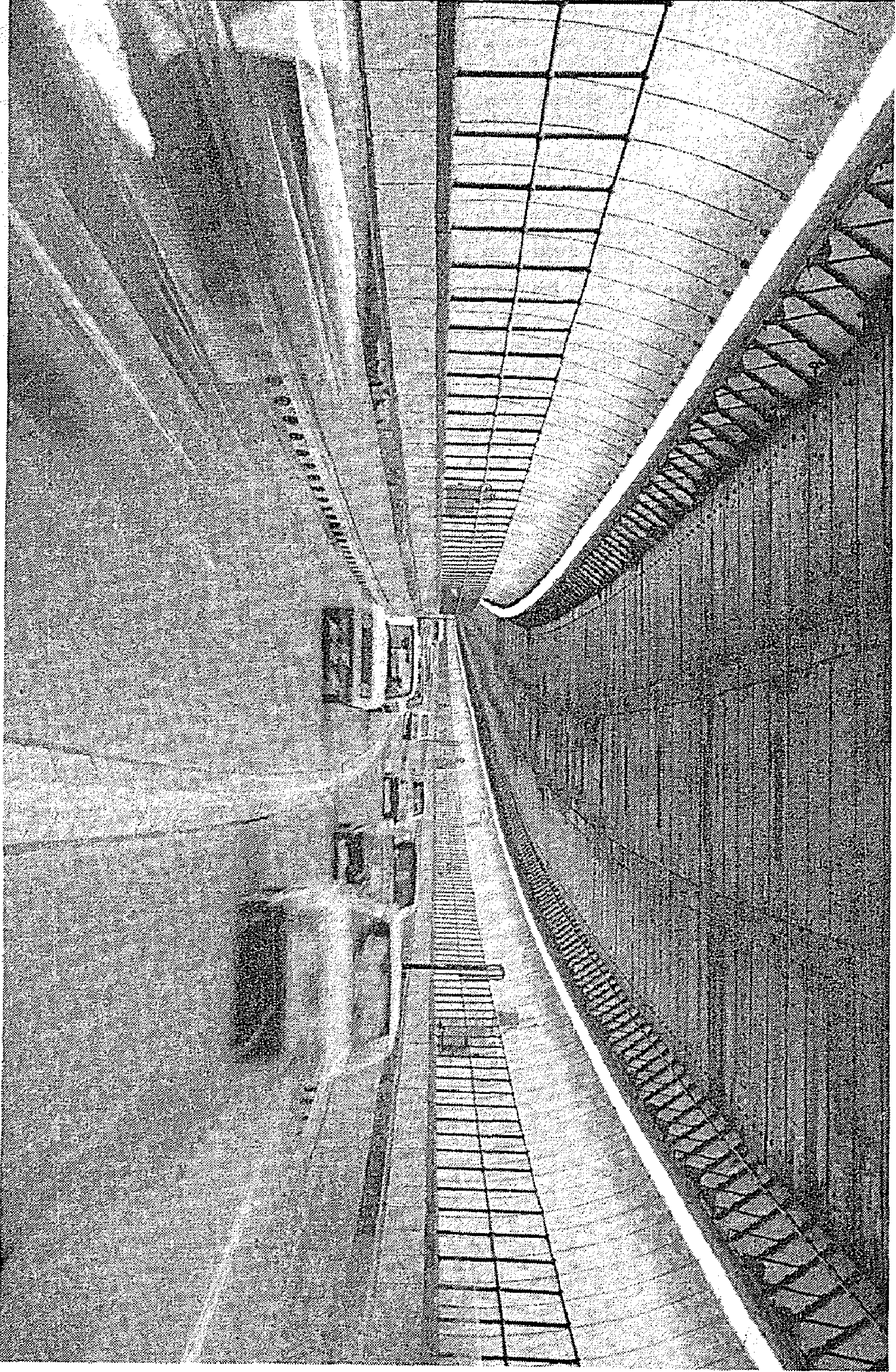




النفق أثناء التنفيذ- نفق أحمد حمدي



النفق أثناء التنفيذ– نفق أحمد حمدي



نفق أحمد حمدي وقت الأفتتاح للمرور

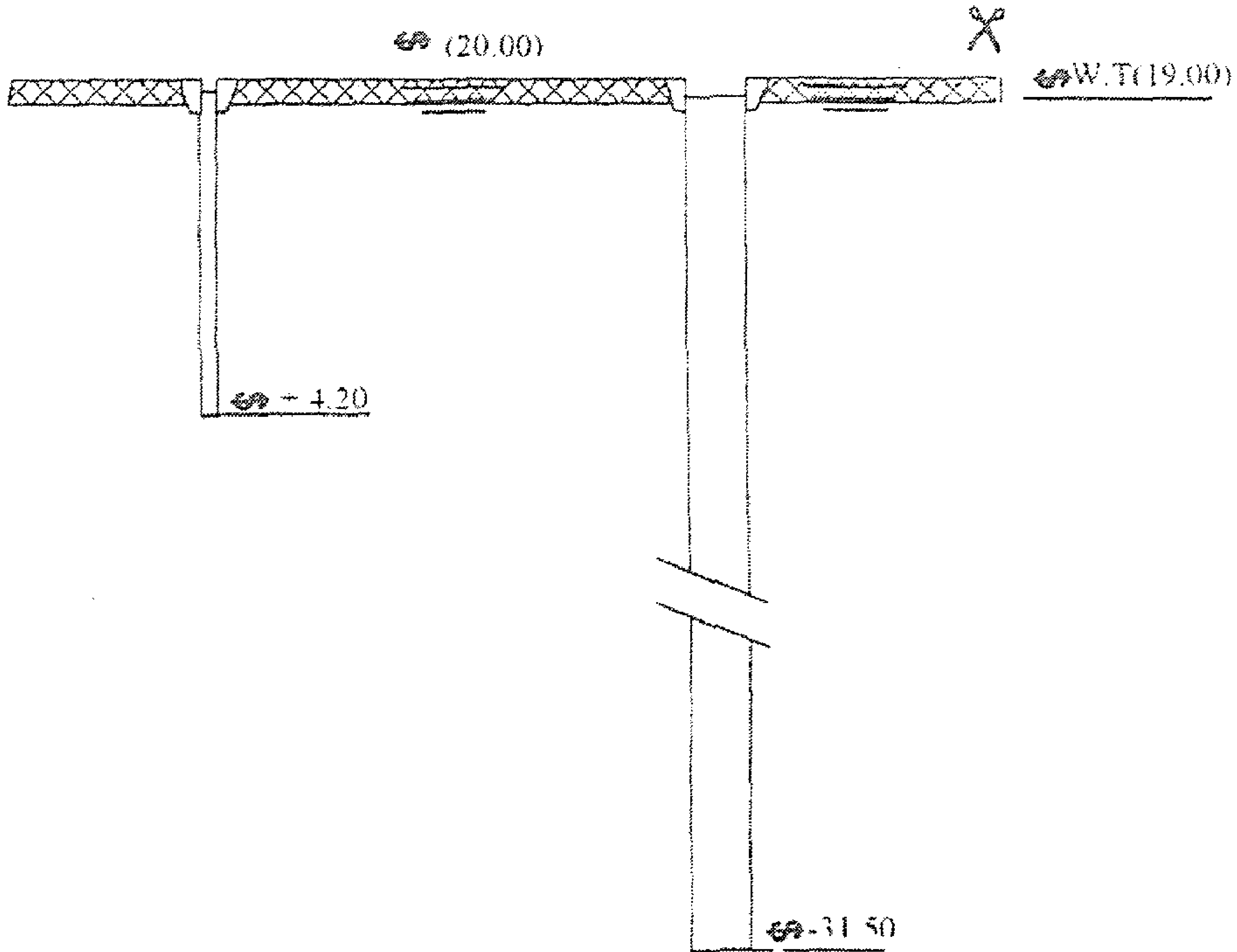
المحطات المنشأة علي أنفاق المواصلات :

المحطات تكون ذات مباني كبيرة ضخمة ولا يصلح لها سوي طريقة حوائط الديافرام .

خطوات التنفيذ – شكل (١٧) .

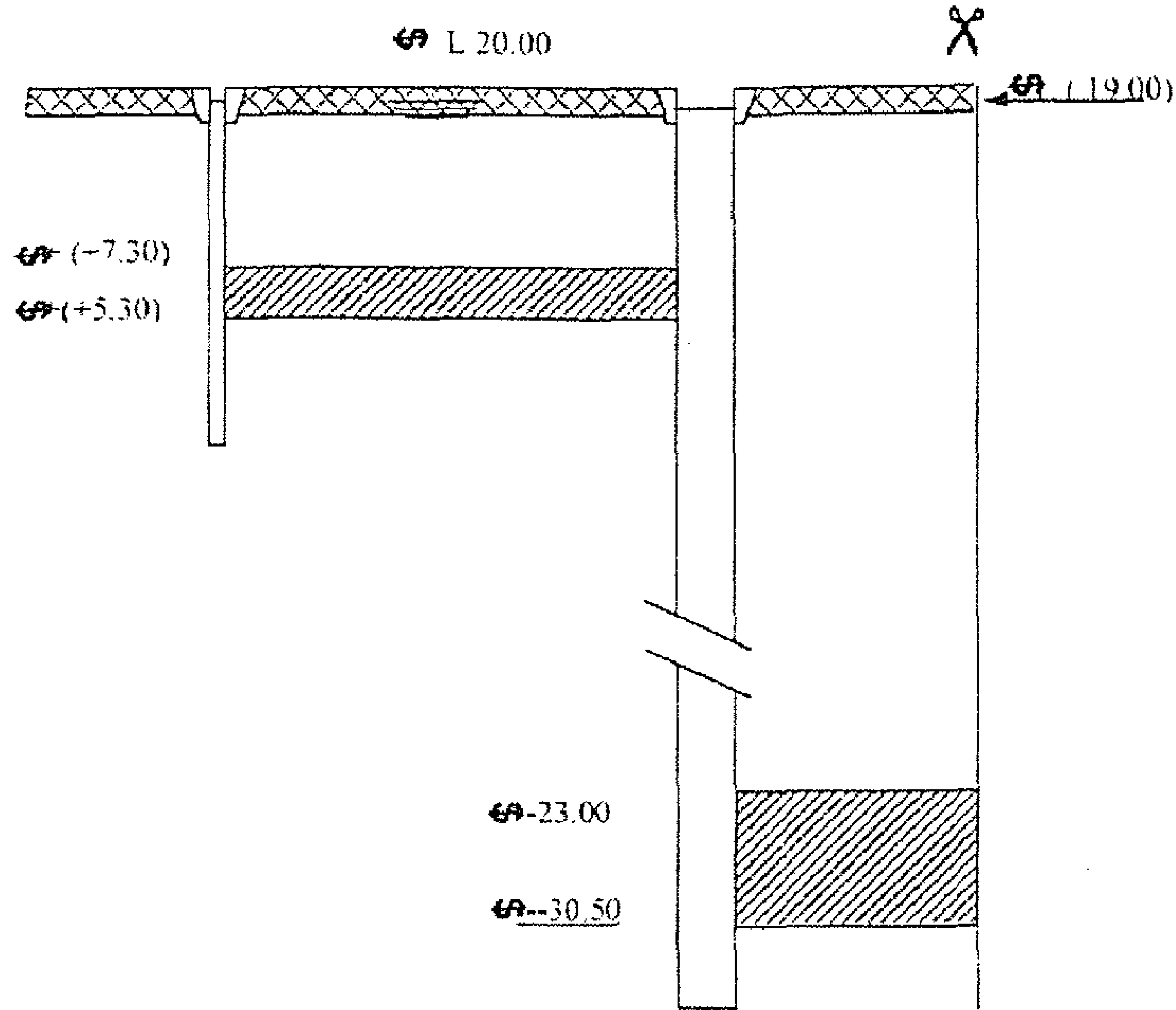
المرحلة الأولي:

١ – تخطيط وأنشاء الحوائط اللوحية – Diaphragm wall الحائط الرئيسي وحـائط الملحق (مكان صرف التذاكر).



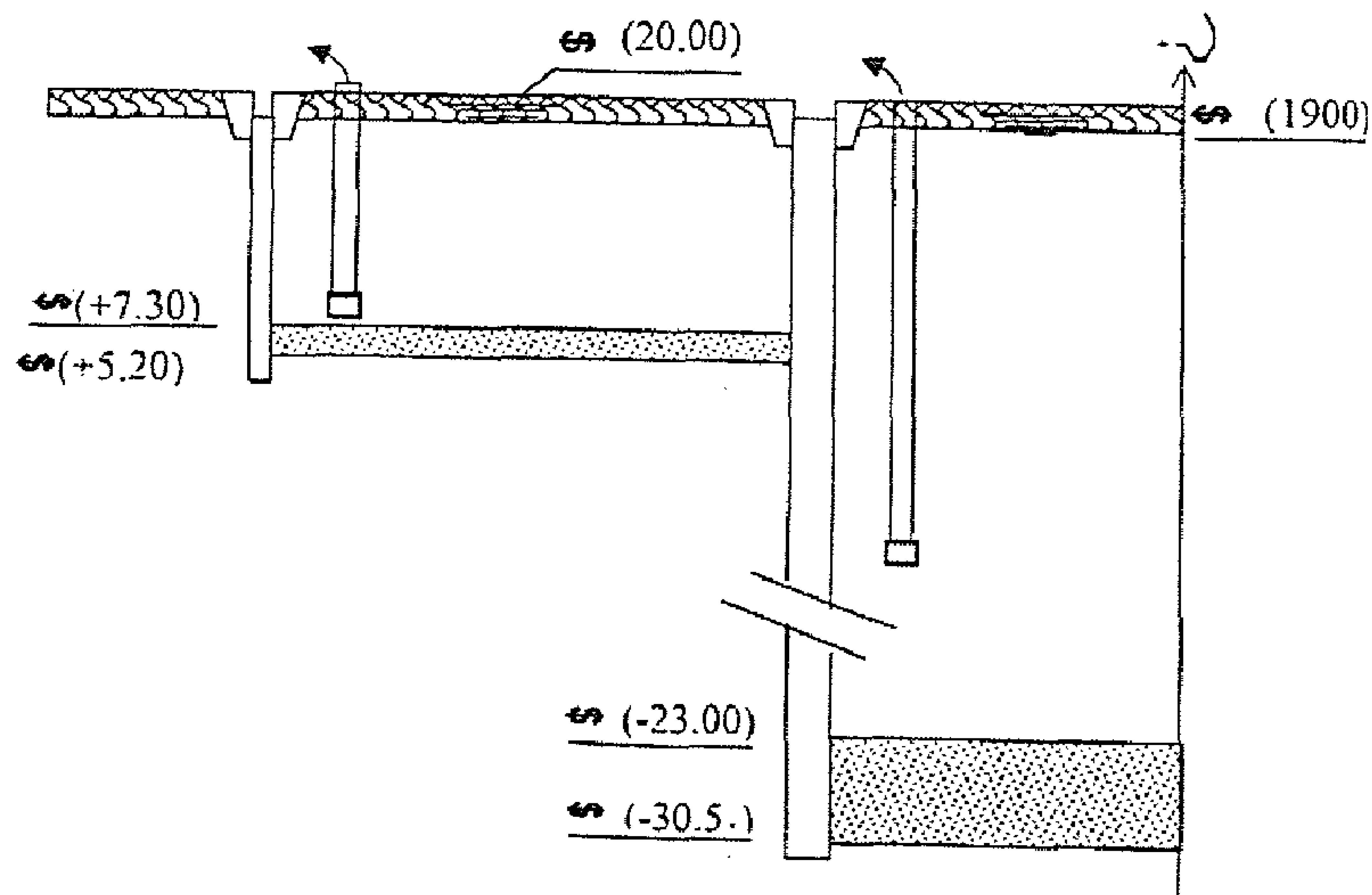
المرحلة الثانية:

٢ - عمل ستارة من الحقن أسفل حيز التذاكر وحيز المحطة لمقاومة مياه الرشح.



المرحلة الثالثة :

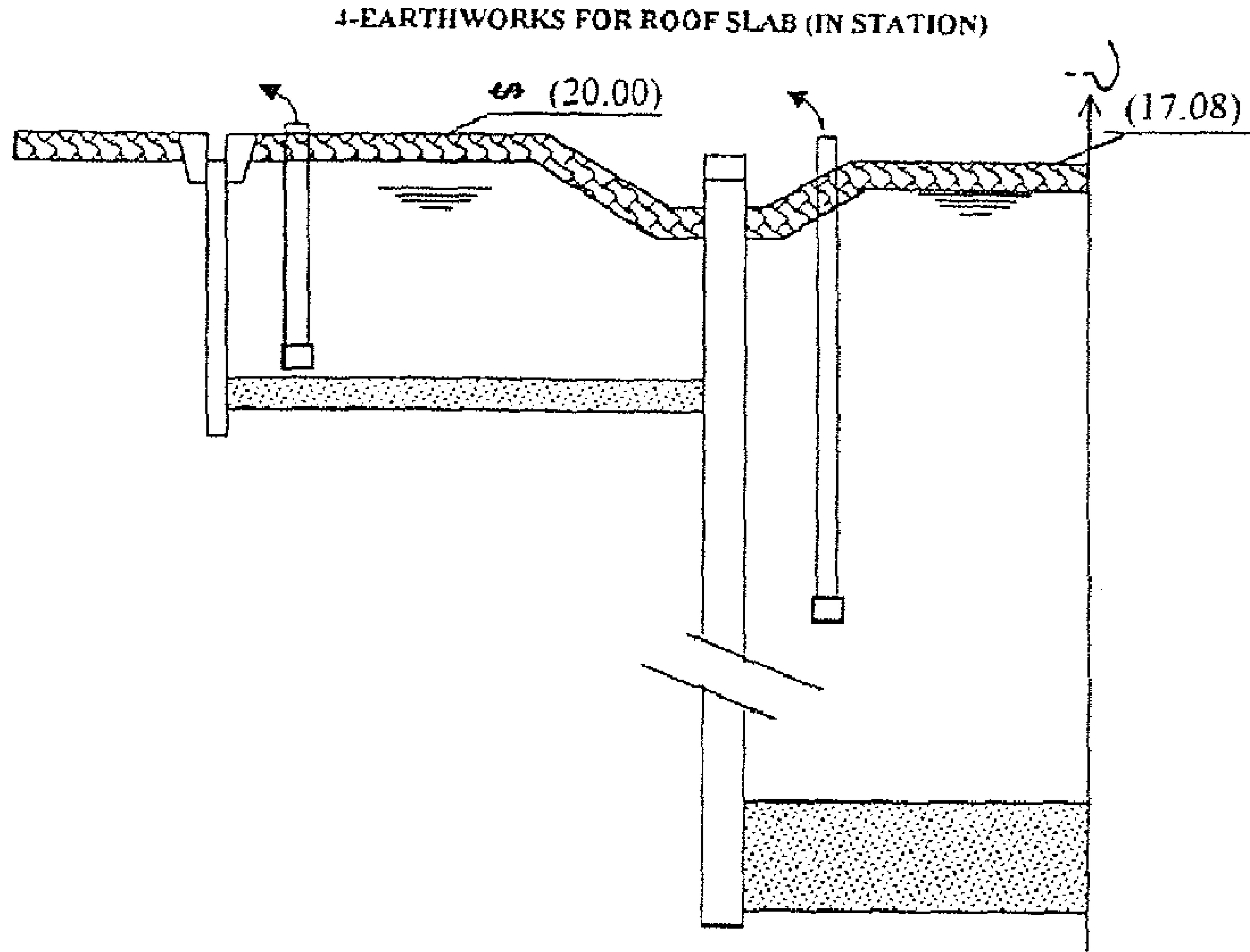
نزح المياه الأرضية بالنزح الجوفي العميق. Deep wells



المرحلة الرابعة:

١ – صب و أنشاء السقف الرئيسي.

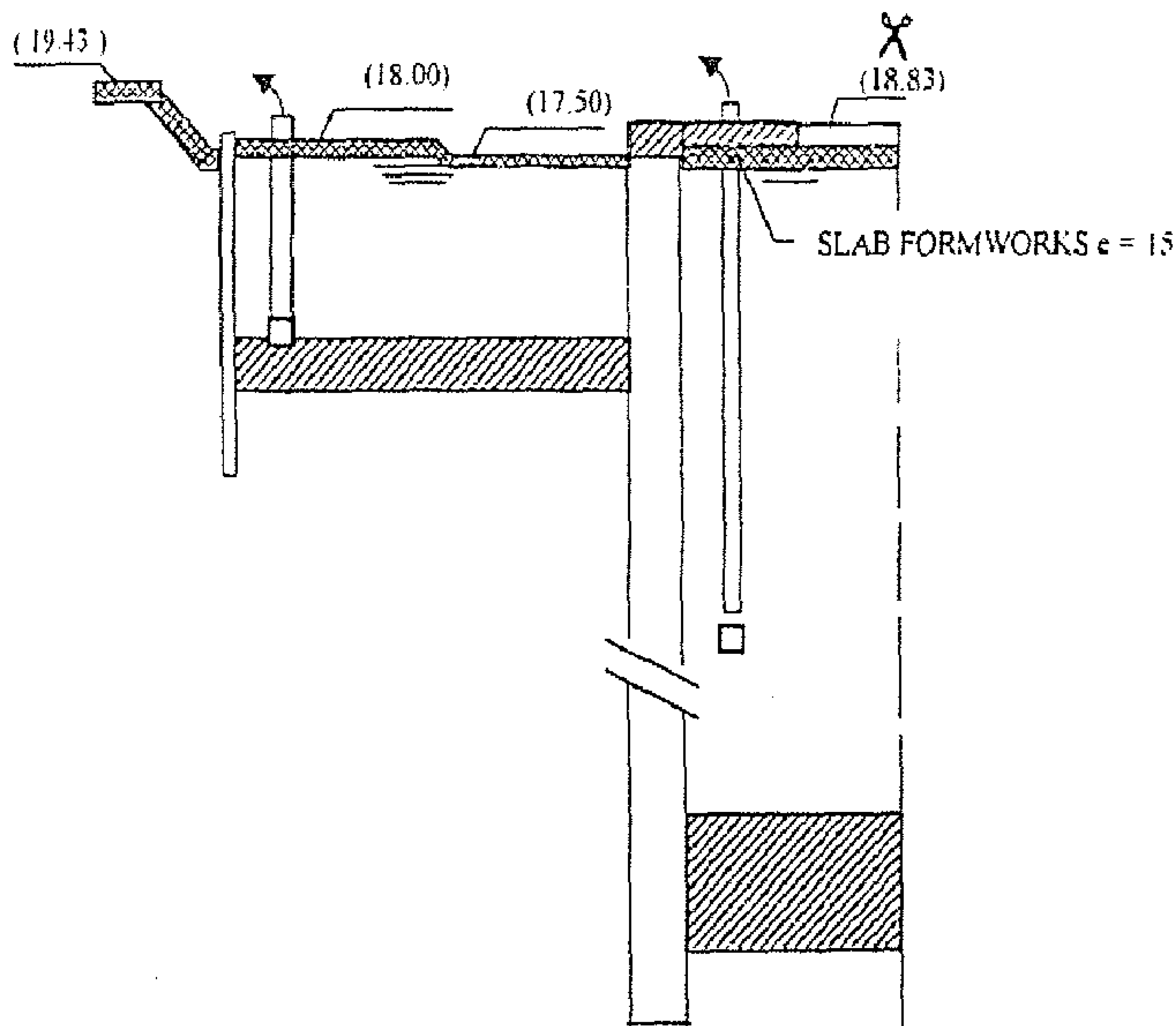
٢ – حفر في منطقة الملحق (منطقة حجز التذاكر)



المرحلة الخامسة:

١ - صب سقف الملحق (غرفة صرف التذاكر).

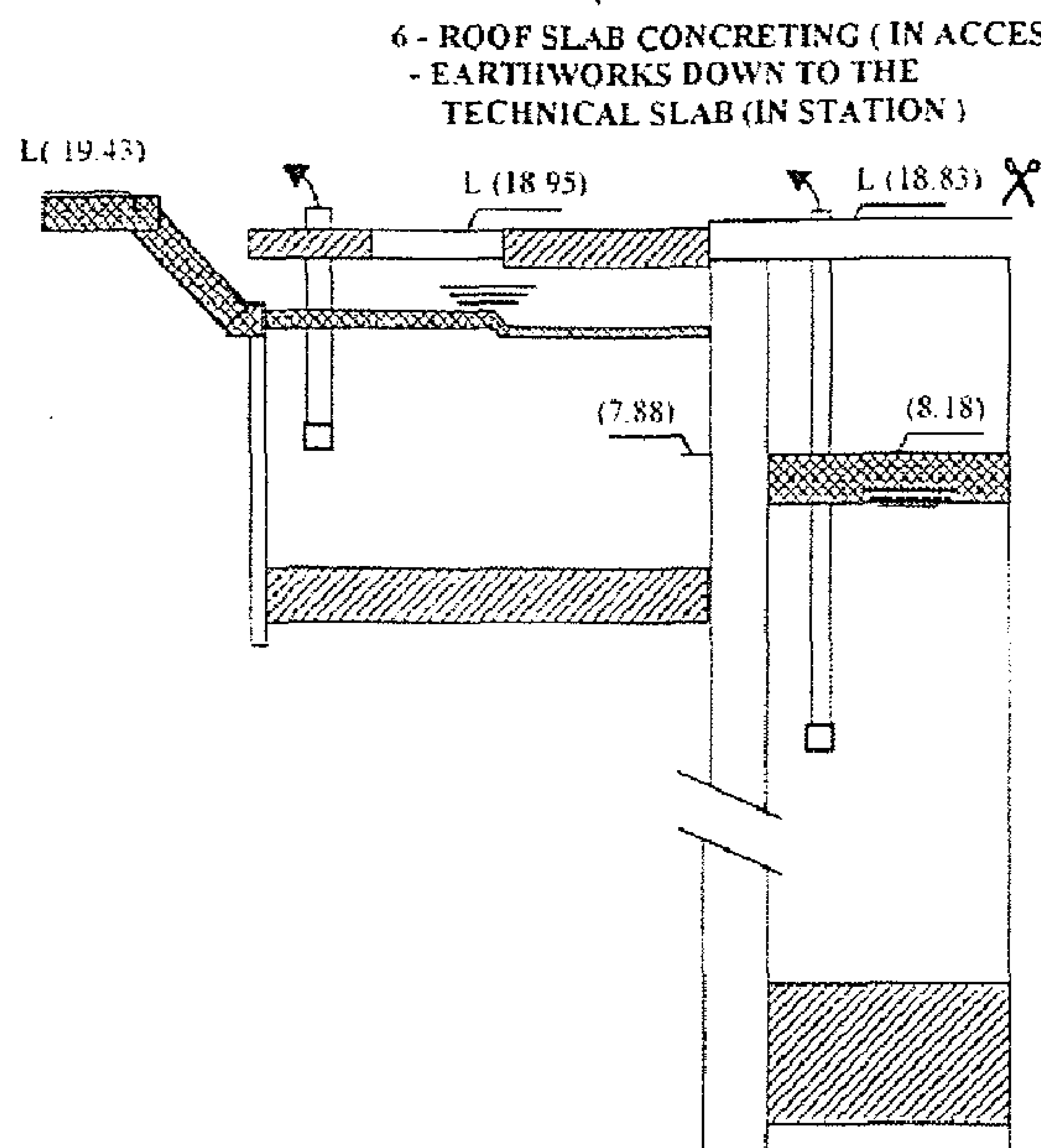
٢ – الحفر داخل المحطة الرئيسية.



المرحلة السادسة:

١ – صب سقف المحطة الرئيسية.

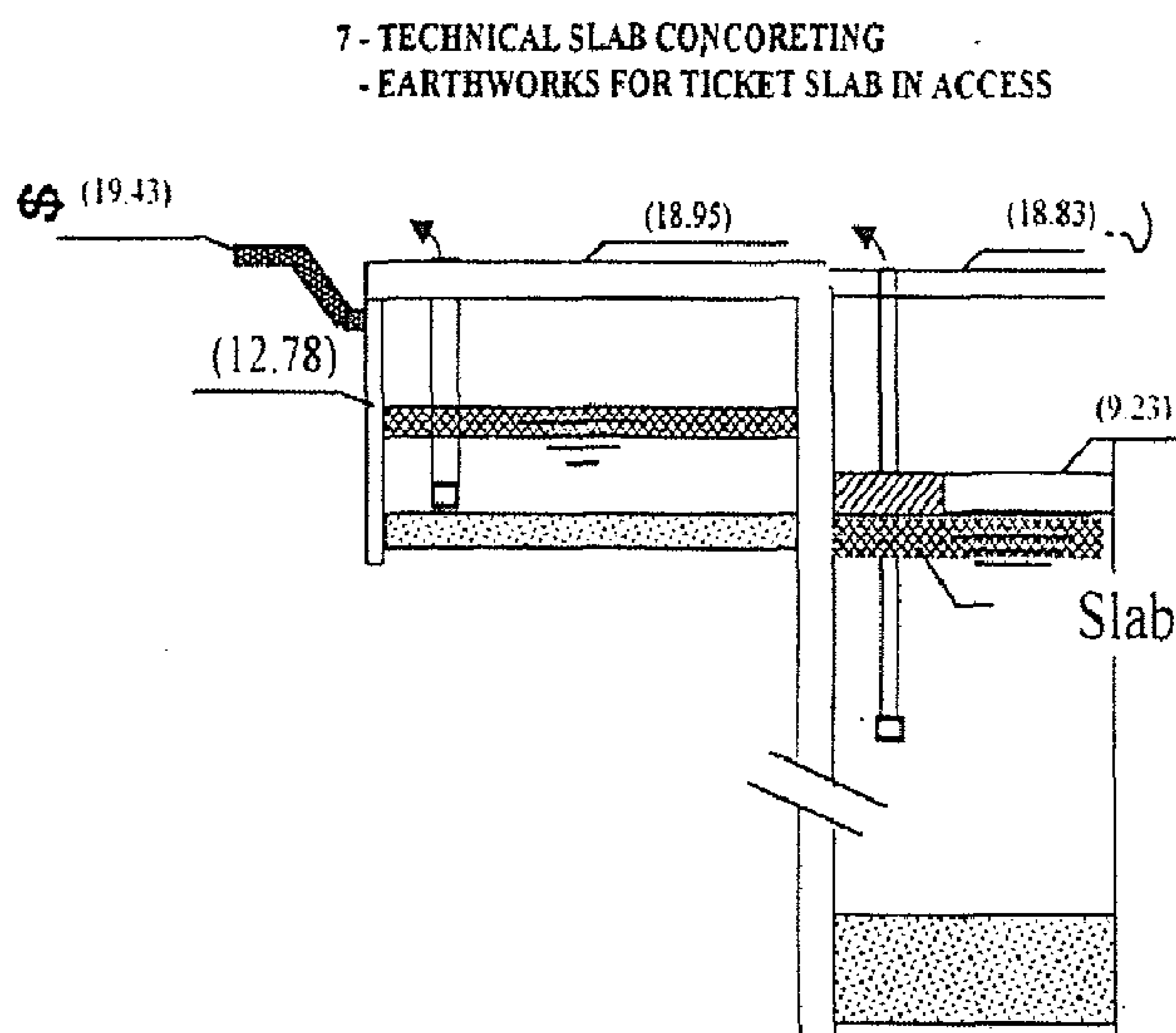
٢ – حفر الملحق (غرفة صرف التذاكر) .



المرحلة السابعة:

١ –صب السقف للملحق (غرفة قطع التذاكر).

٢ - أعمال الحفر للملحق.

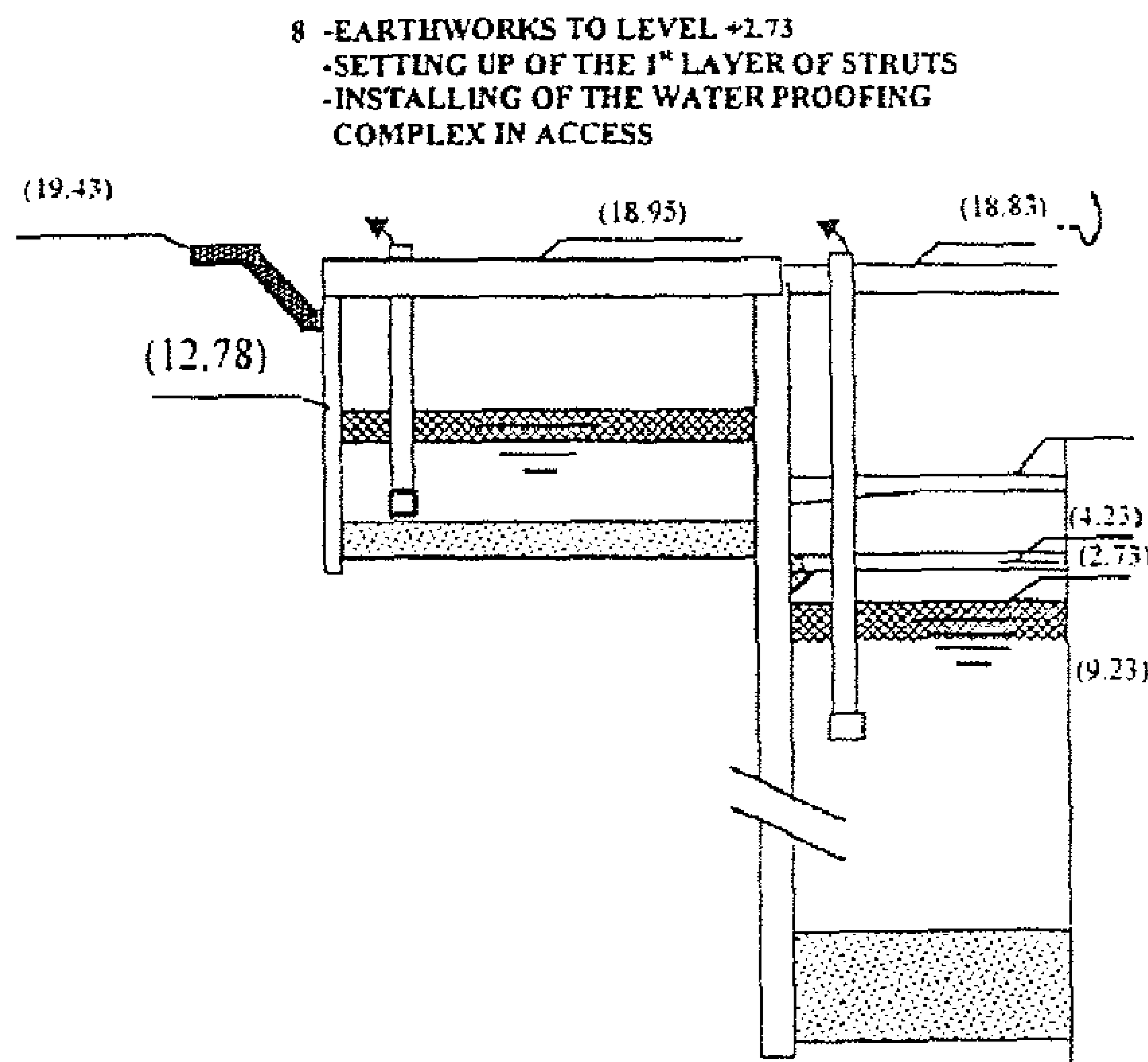


المرحلة الثامنة:

١ – أعمال الحفر لمنسوب حصيرة الأرضية.

٢ – وضع السنادات (الدكم).

٣ – تنفيذ أعمال العزل في المداخل.

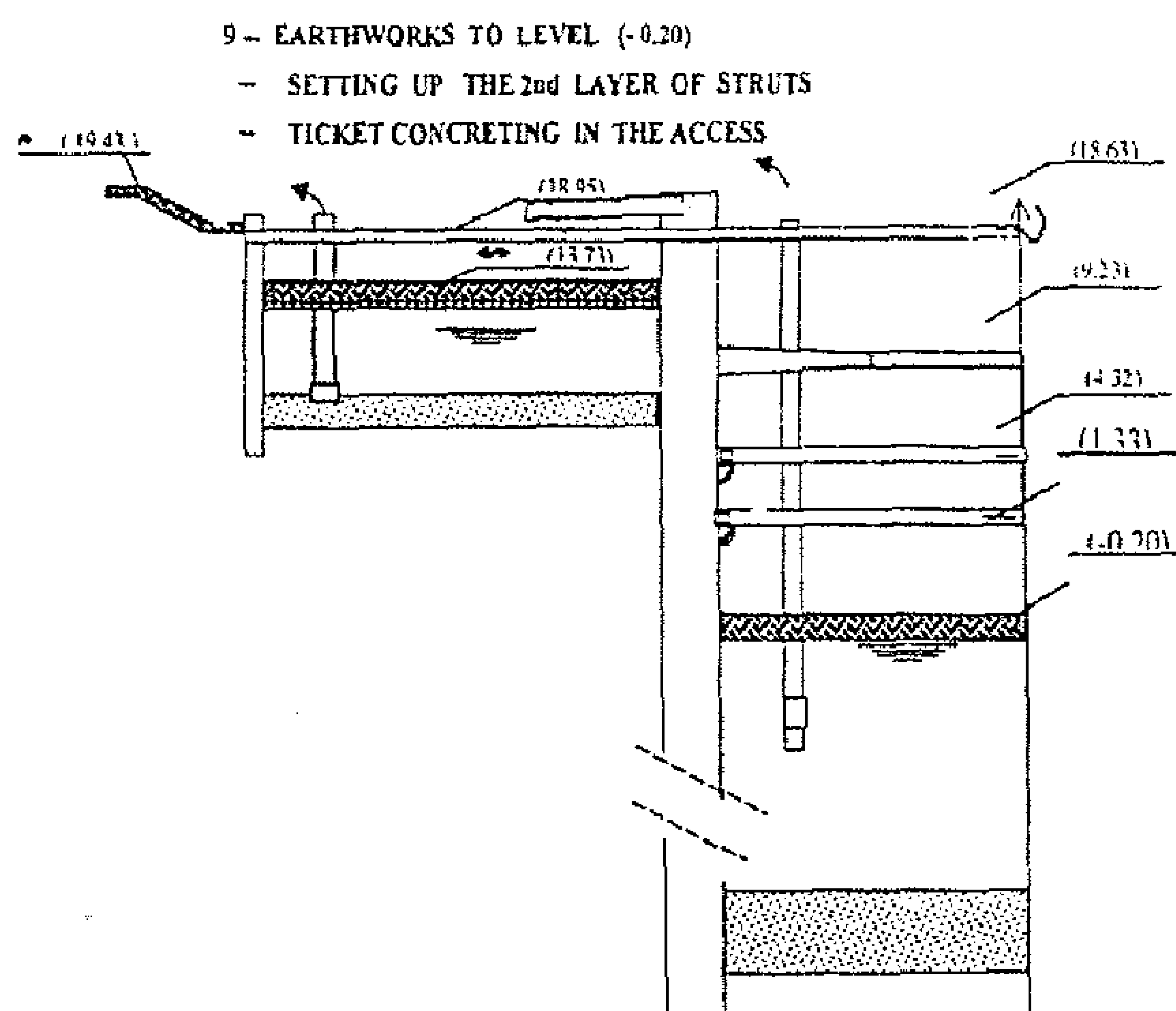


المرحلة التاسعة:

١ – حفر حتي منسوب الأرضية.

٢ – تنفيذ الصف الثاني من السنادات (الدكم)

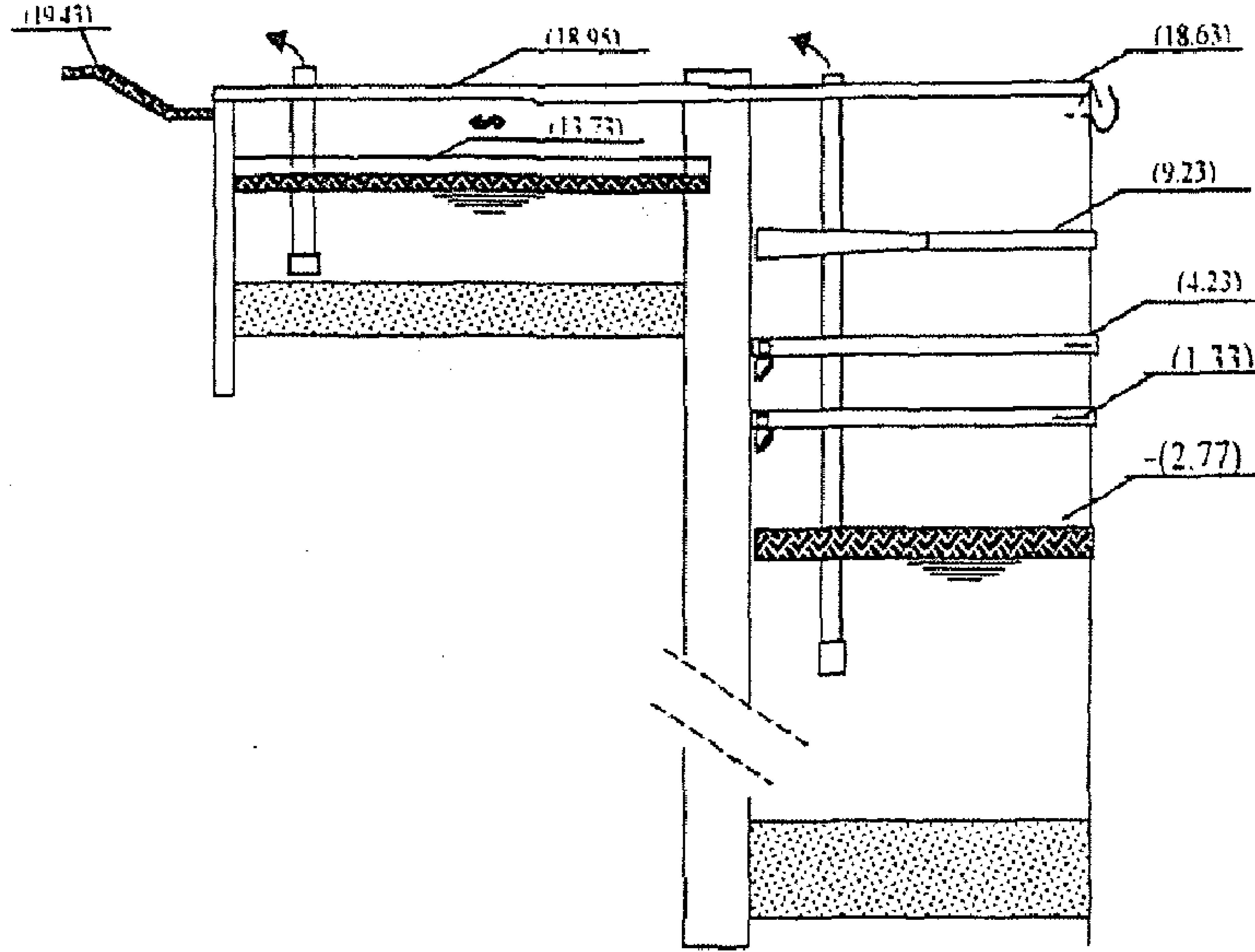
٣ – تنفيذ صب بلاطة السقف في منطقة قطع التذاكر.



المرحلة العاشرة :

١ – أستكمال أعمال الحفر للوصول الي حصيرة الأرضية

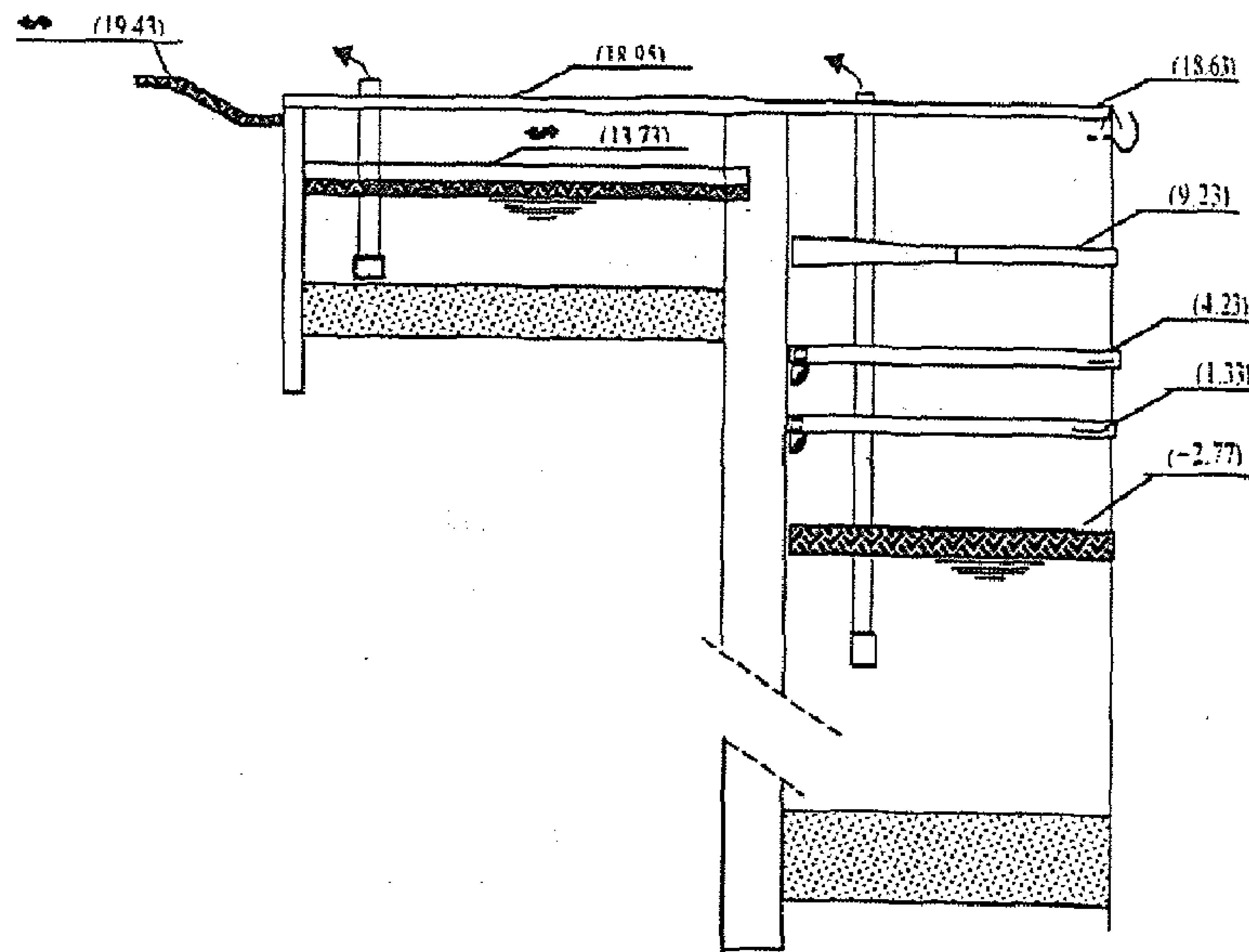
10 - EARTHWORKS TO LEVEL - 2.77 (ON A X E 11)



المرحلة الحادية عشر:

١ – تنفيذ أعمال العزل للمحطة.

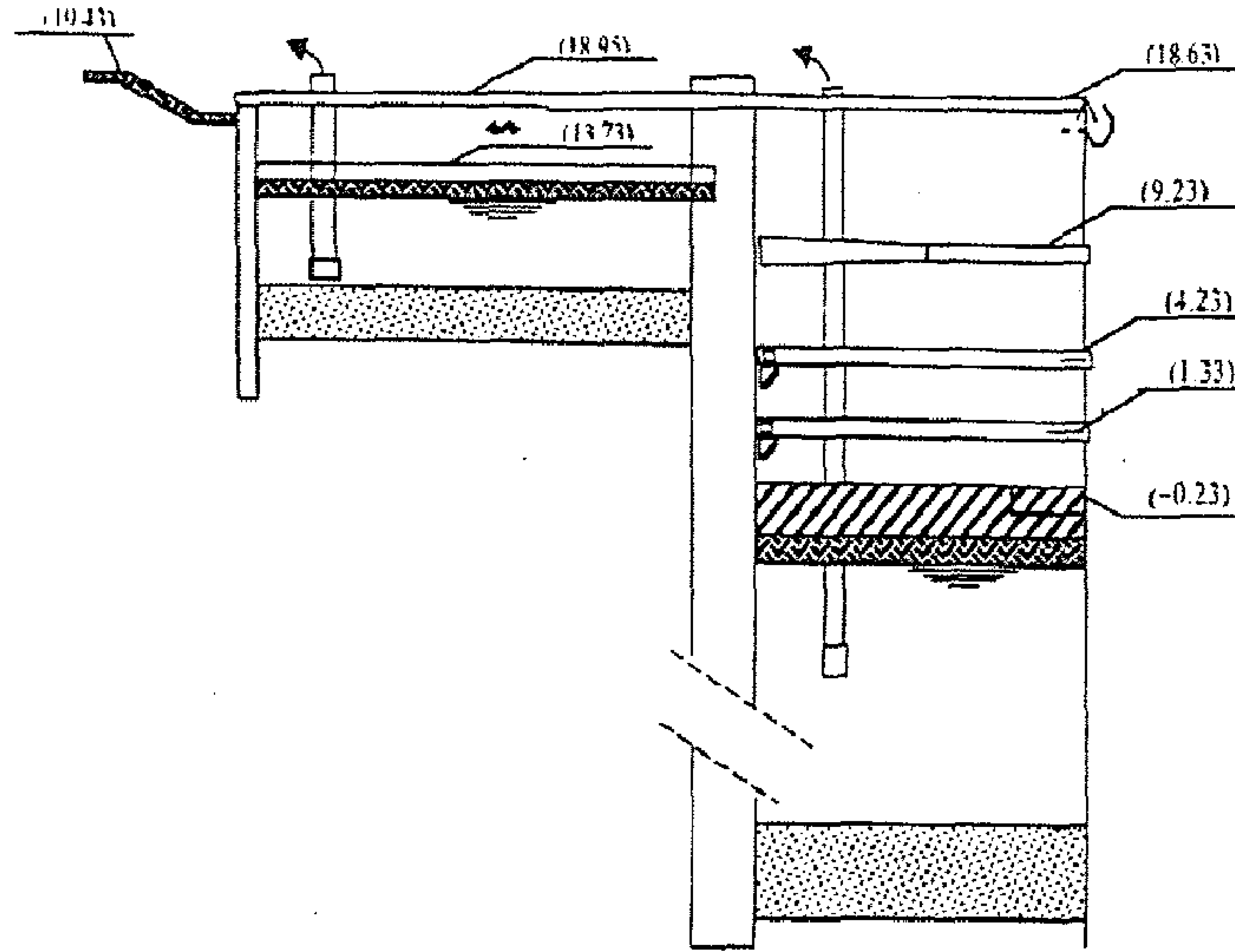
11 - INSTALLATION OF THE WATERPROOFING COMPLEX (IN STATION1)



المرحلة الثانية عشر:

١ – صب خرسانة الأرضية في المحطة.

12 - RAFT CONCRETING (IN STATION1)

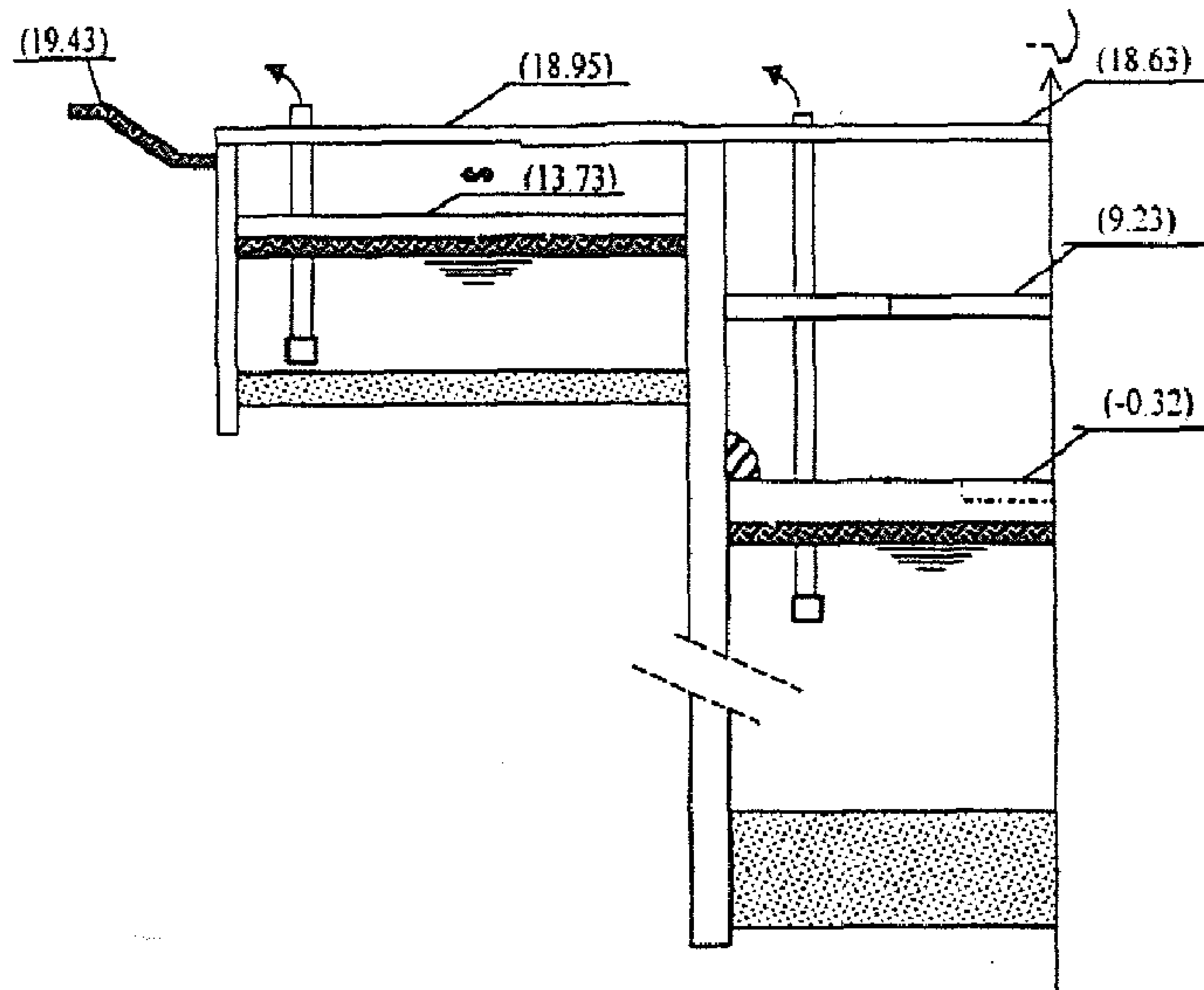


المرحلة الثالثة عشر:

١ – أزالة السنادات.

٢ – صب خرسانات (corbels) بجوار الحوائط الرئيسية للمساعدة في مقاومة الرشح

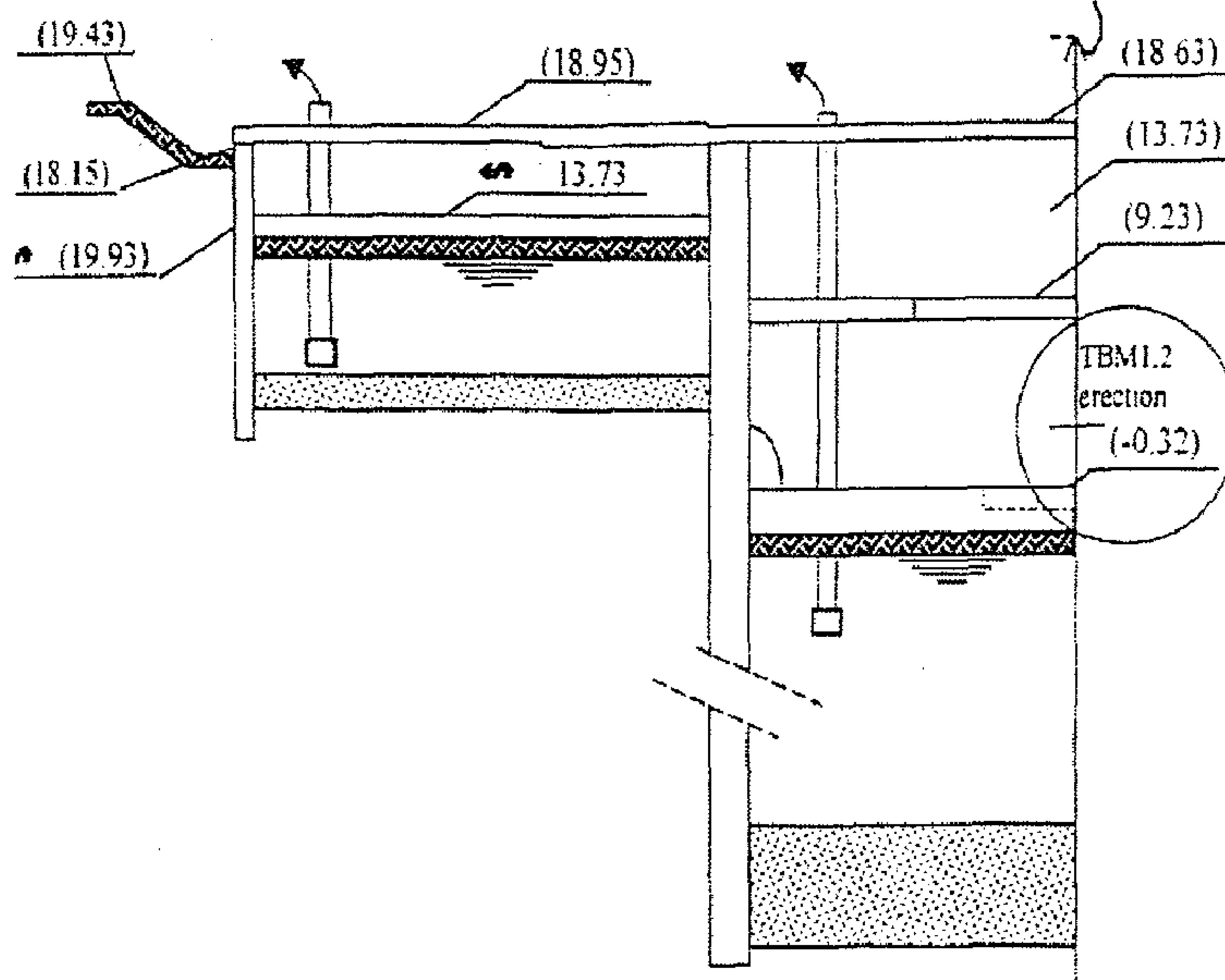
13 - STRUTS REMOVAL (STRUT AT LEVEL 4.23 IN FIRST)
- CORBELS CONCRETING



المرحلة الرابعة عشر:

١ – تركيب حفارة الأنفاق.

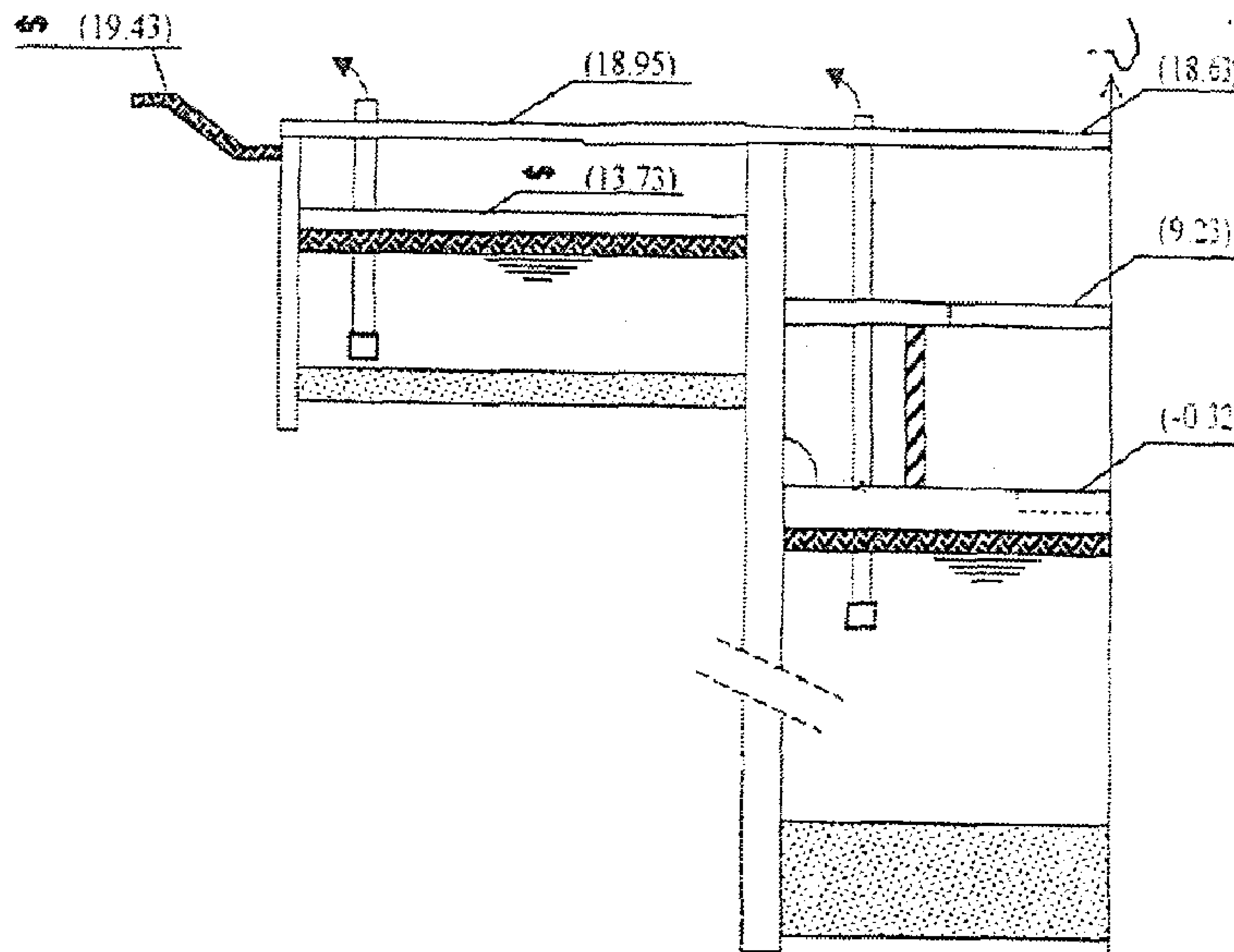
14 - TBM ١, 2 ERECTION



المرحلة الخامسة عشر:

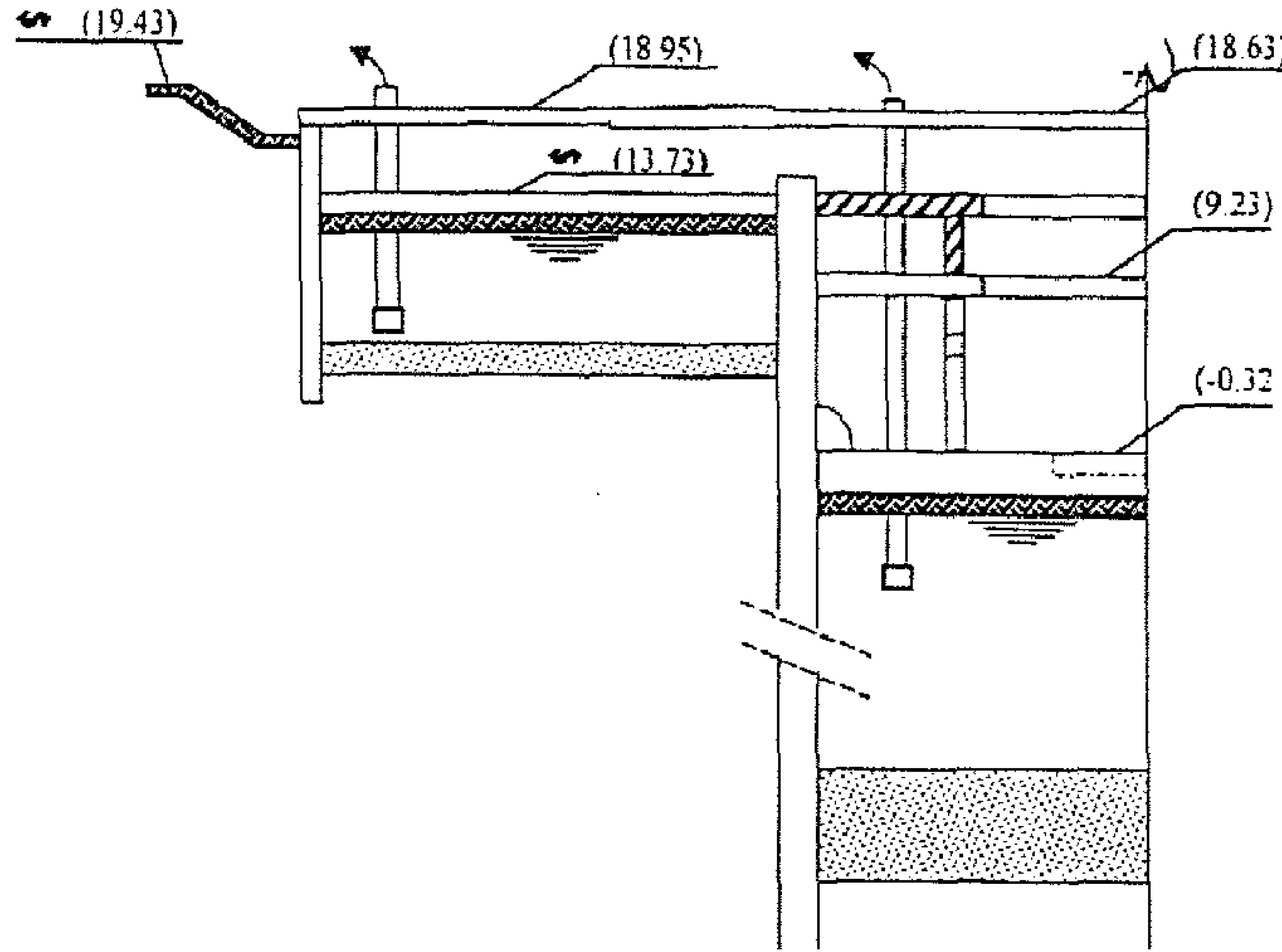
١ – صب أعمدة وكمرات عند منسوب حصيرة الأرضية.

15 - COLUMNS & BEAMS CONCRETING AT RAFT LEVEL



المرحلة السادسة عشر:

١ – صب الأعمدة لملحق قطع التذاكر.

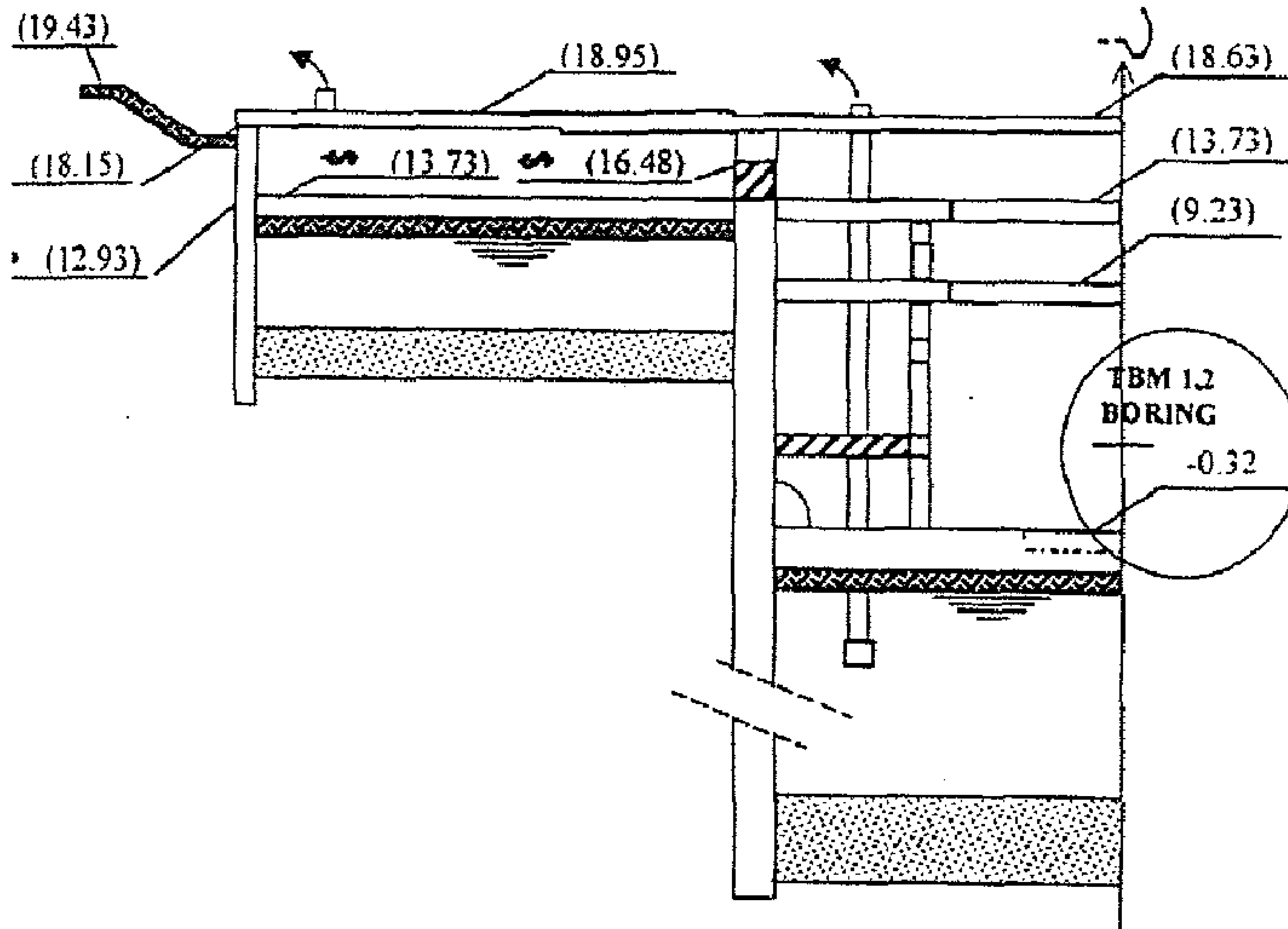


المرحلة السابعة عشر:

١ – إيقاف ضخ المياه الجوفية في الجزء الرئيسي.

٢ – أنشاء الأرصفة.

٣ – أزالة الخرسانة من فتحة بين الجزء الرئيسي و المحطة.



المرحلة الثامنة عشر:

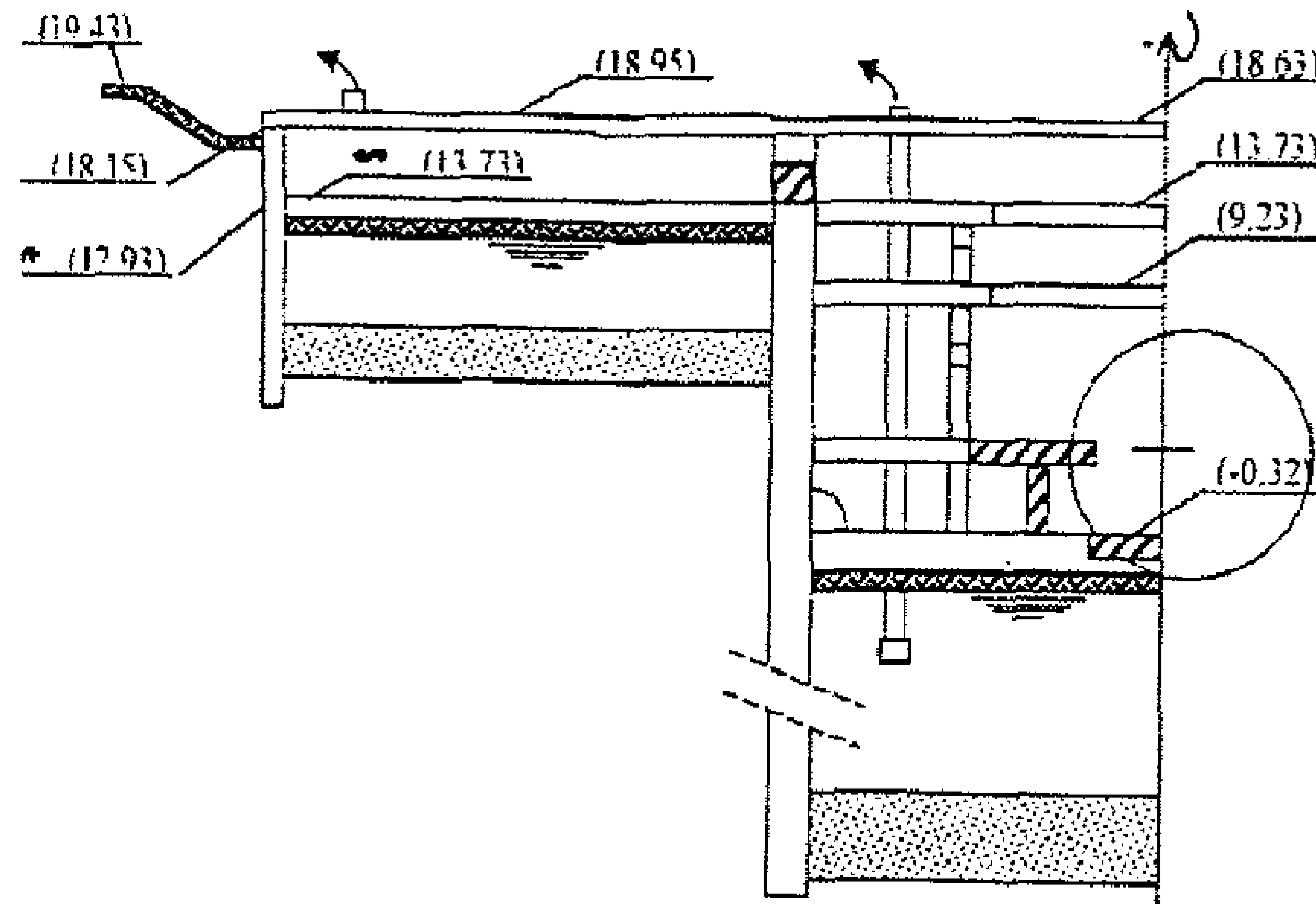
بعد أنتهاء عمل الحفارة ثم تفكيكها:

١ - أستكمال ما تبقي من خرسانات الأرضية.

٢ - تشطيب أرصفة المحطة.

٣ – تنفيذ أعمدة بين المحطة والجزء الرئيسي.

18 – AFTER THE TBM 1&2 BORING AND DISASSEMBLING
- FILING THE RAFT
- PLATFORM FINISHING
- EXECUTION OF COLUMN ON AXE 11 (between access & station)

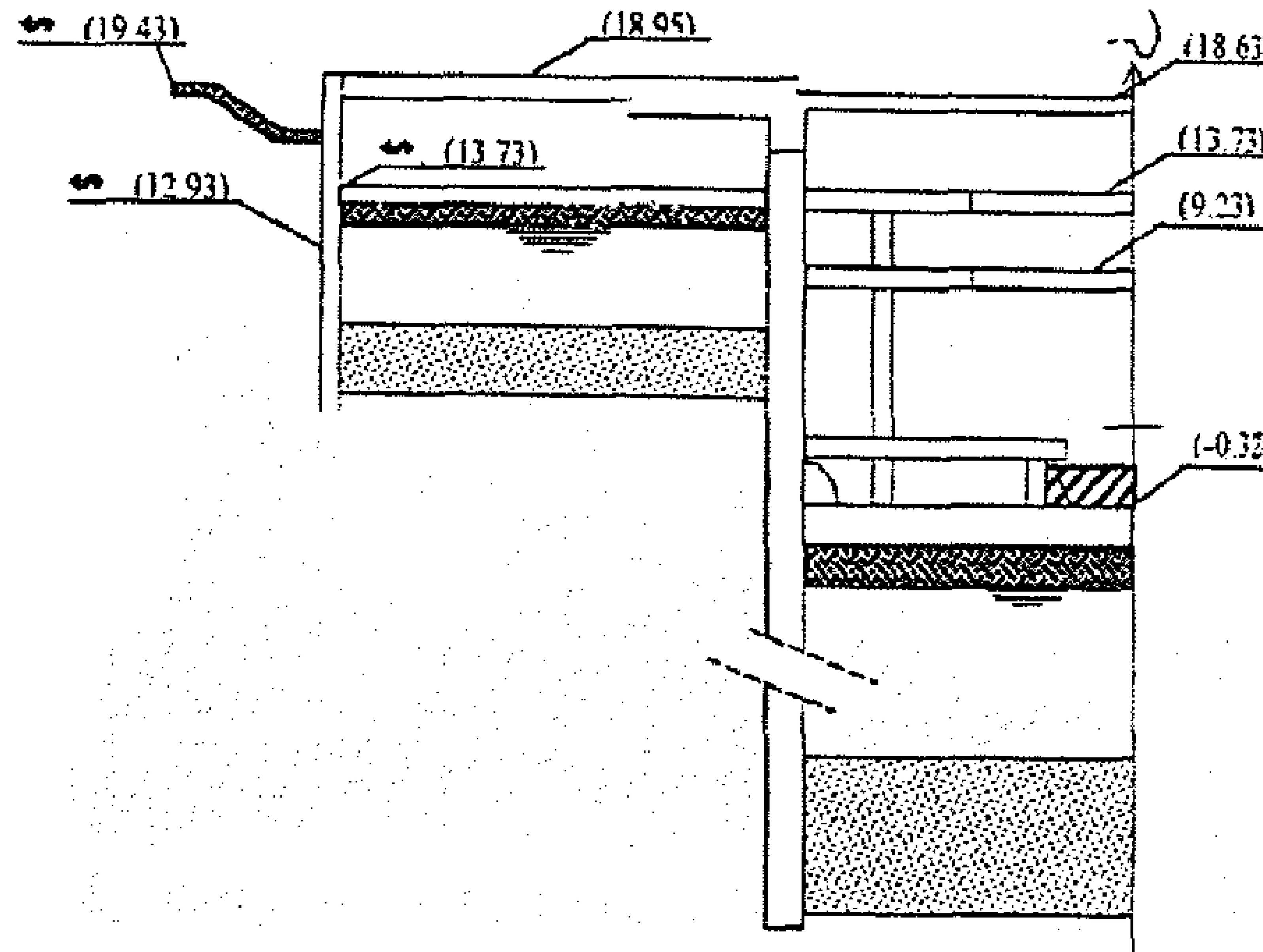


المرحلة التاسعة عشر:

١ – أستكمال صب حصيرة الأرضية.

٢ – توقف ضخ المياه الجوفية.

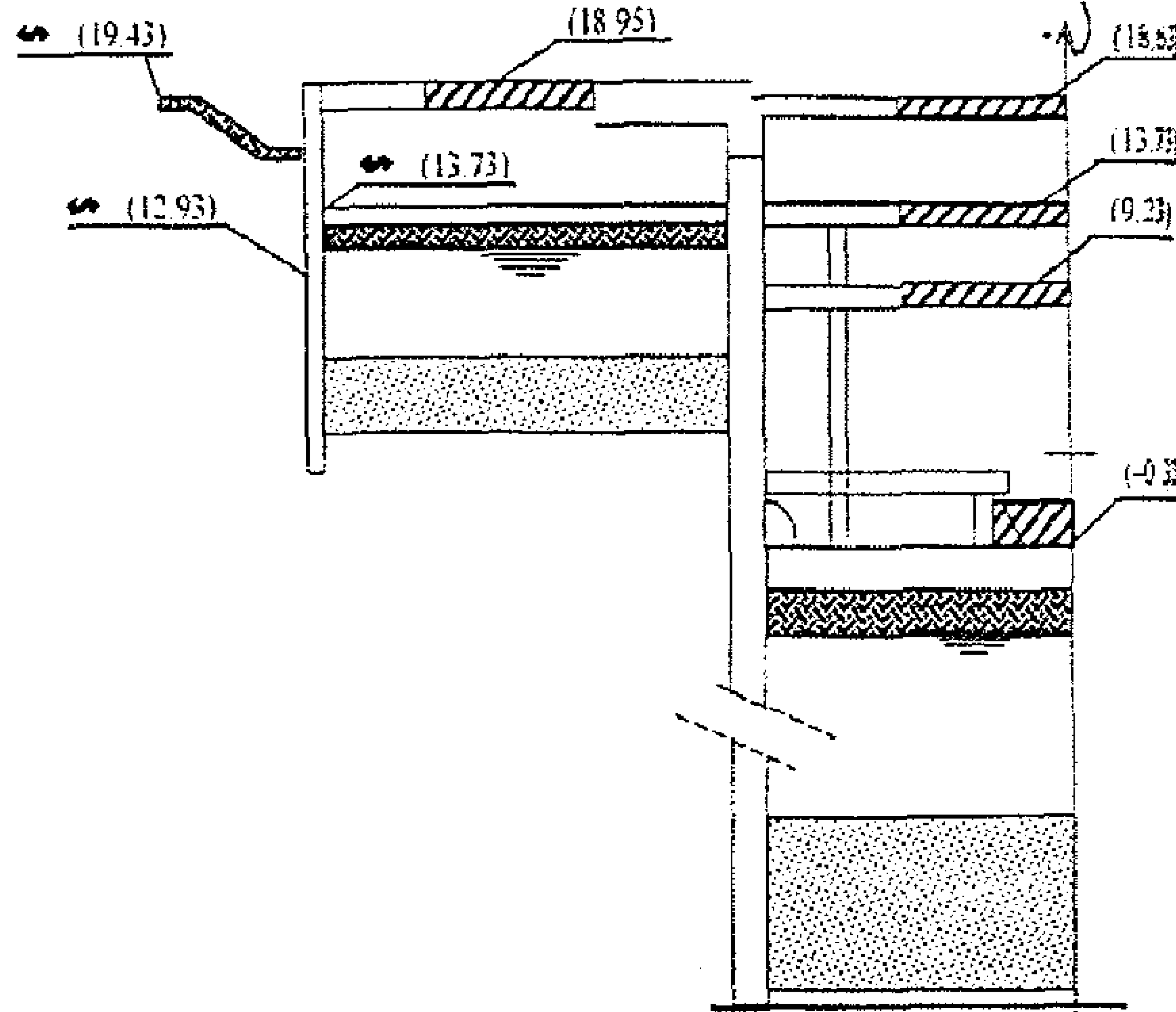
19 - FILLING THE RAFT
-STOP PUMPING IN THE STATION



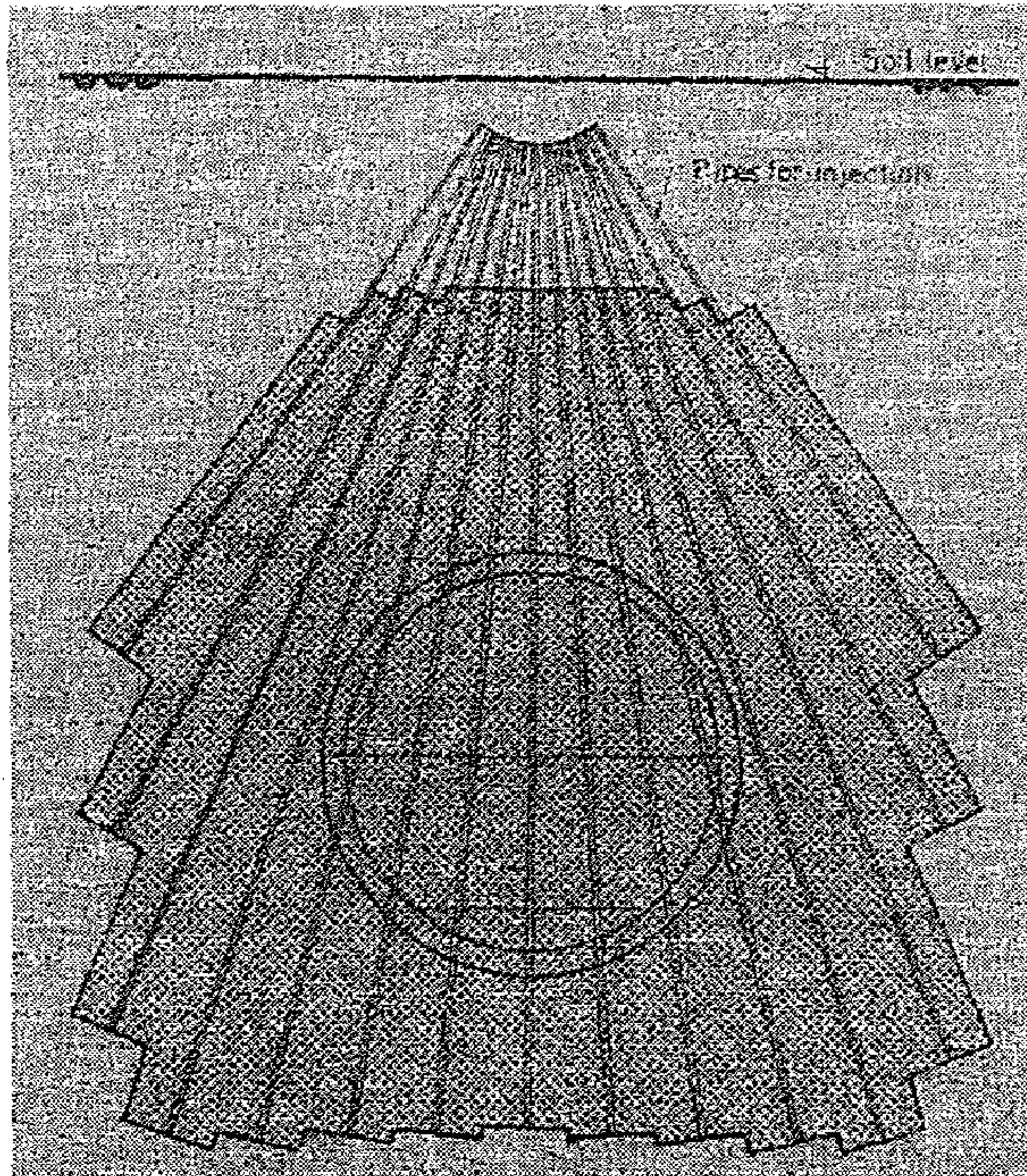
المرحلة العشرون :

١ – صب الفتحة المؤقتة بالخرسانة في المحطة.

٢ - صب الفتحة المؤقتة بالخرسانة في المنطقة الرئيسية.

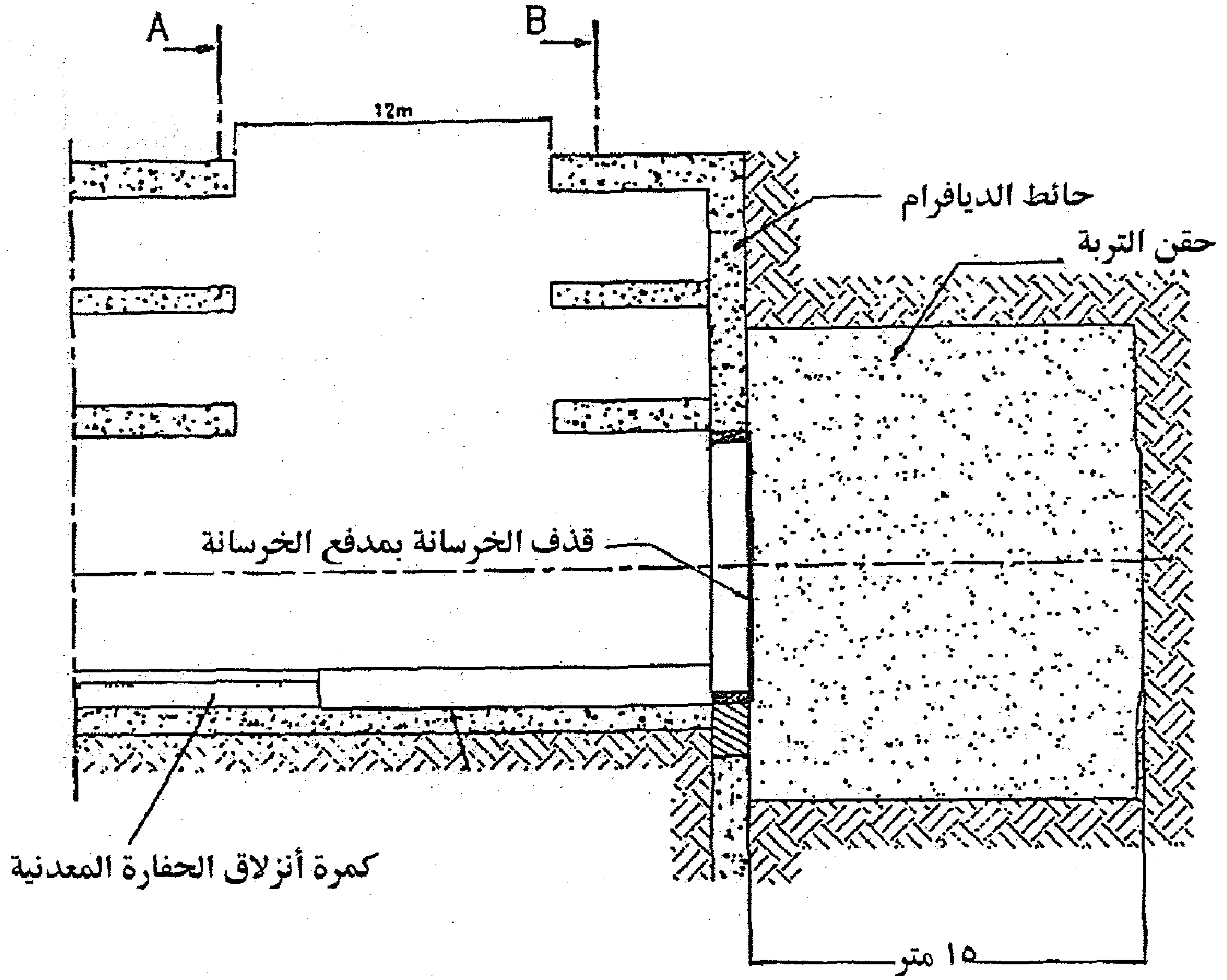


شكل (١٧) خطوات تنفيذ النحطة



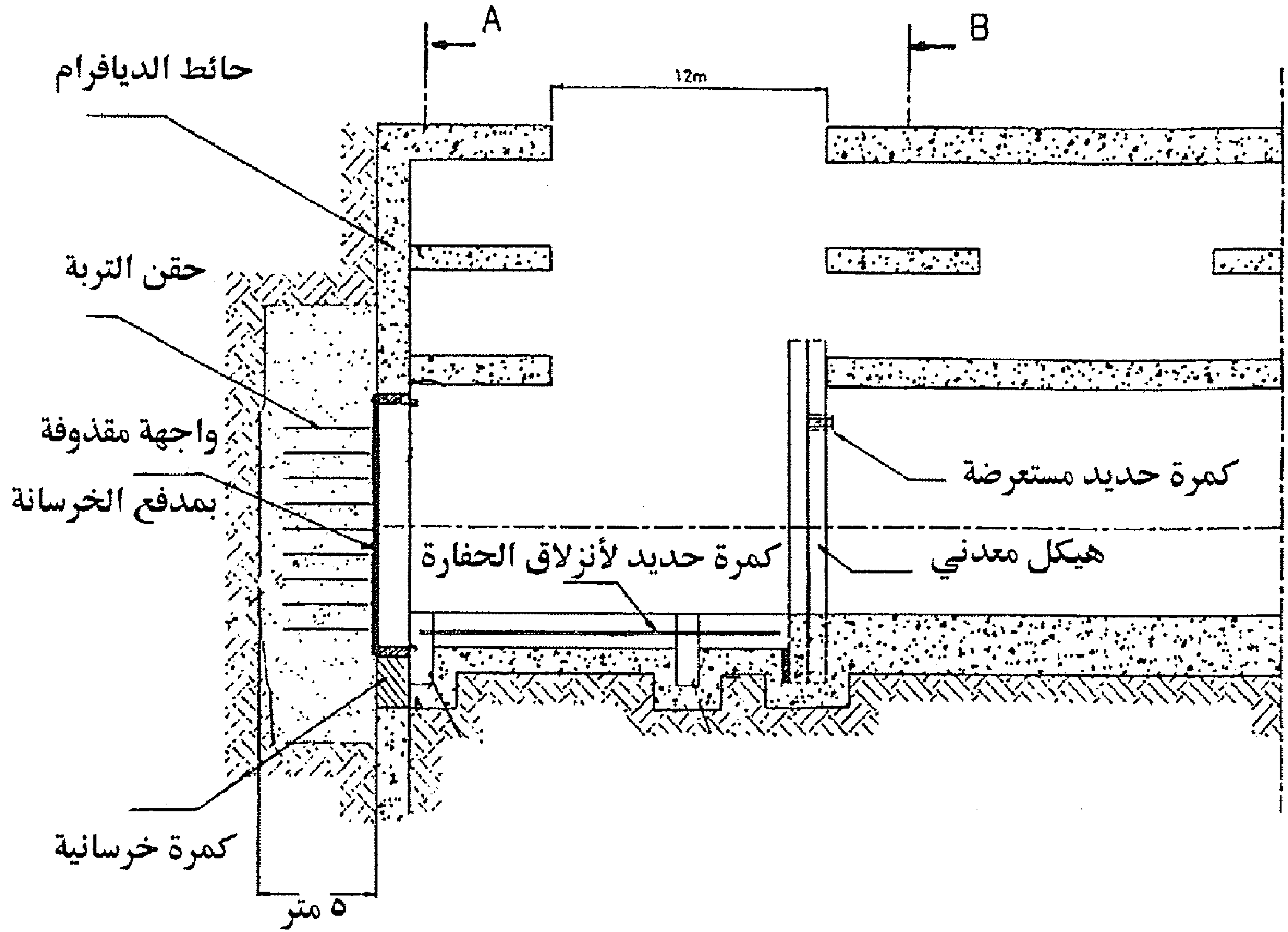
حقن النفق عند مدخل ومخرج النفق من و الي المحطة

قطاعات عرضية في المحطات توضح التفاصيل لتنفيذ الأعمال



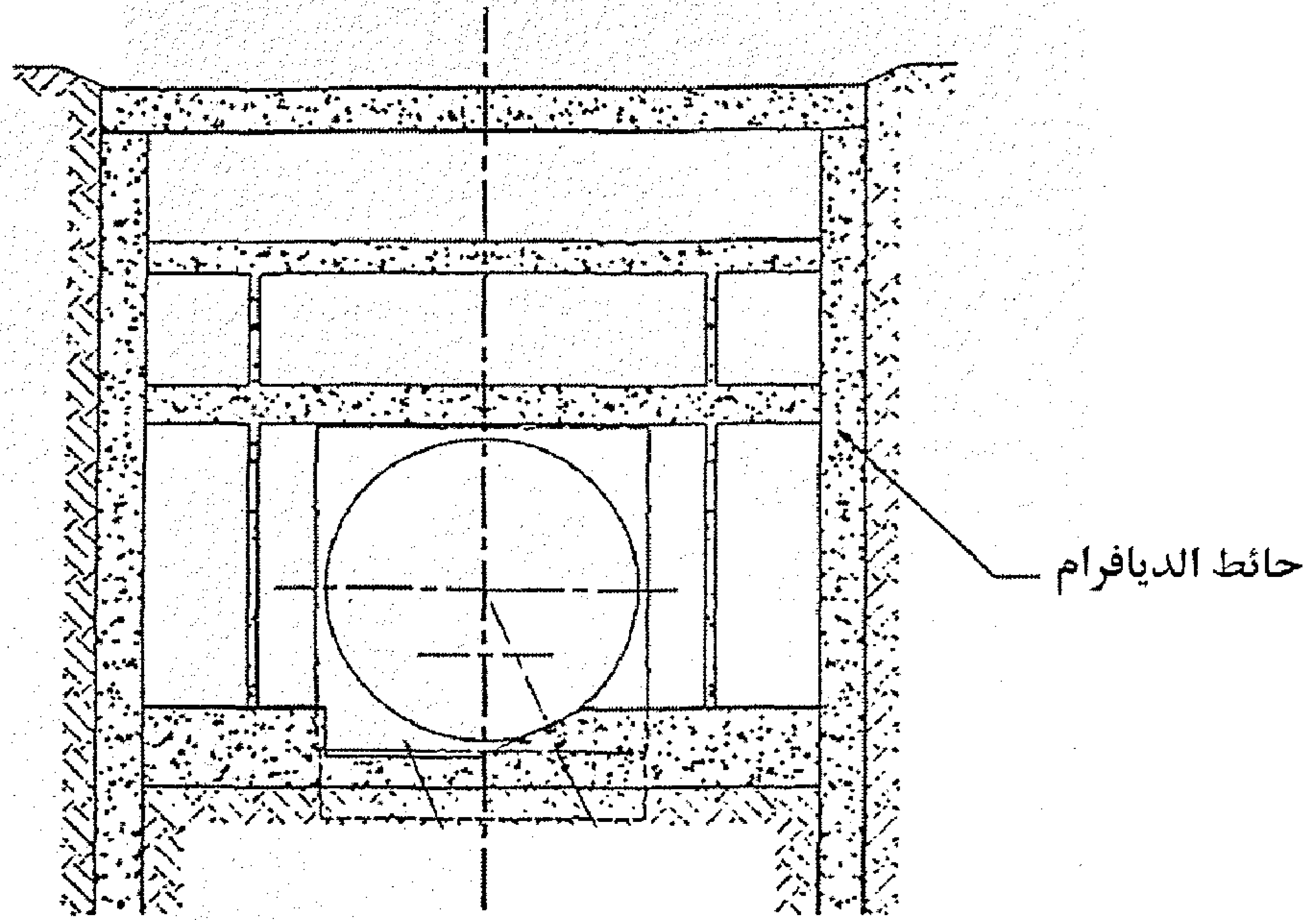
دخول الحفارة الي المحطة – مترو أنفاق القاهرة

عند دخول الحفارة الي المحطة – يتم حقن منطقة الدخول بسمك ١٥ متر – ويدعم بخرسانة عند أبتداء حائط المحطة وفتحة دخول الحفارة باستعمال مدفع الخرسانة.



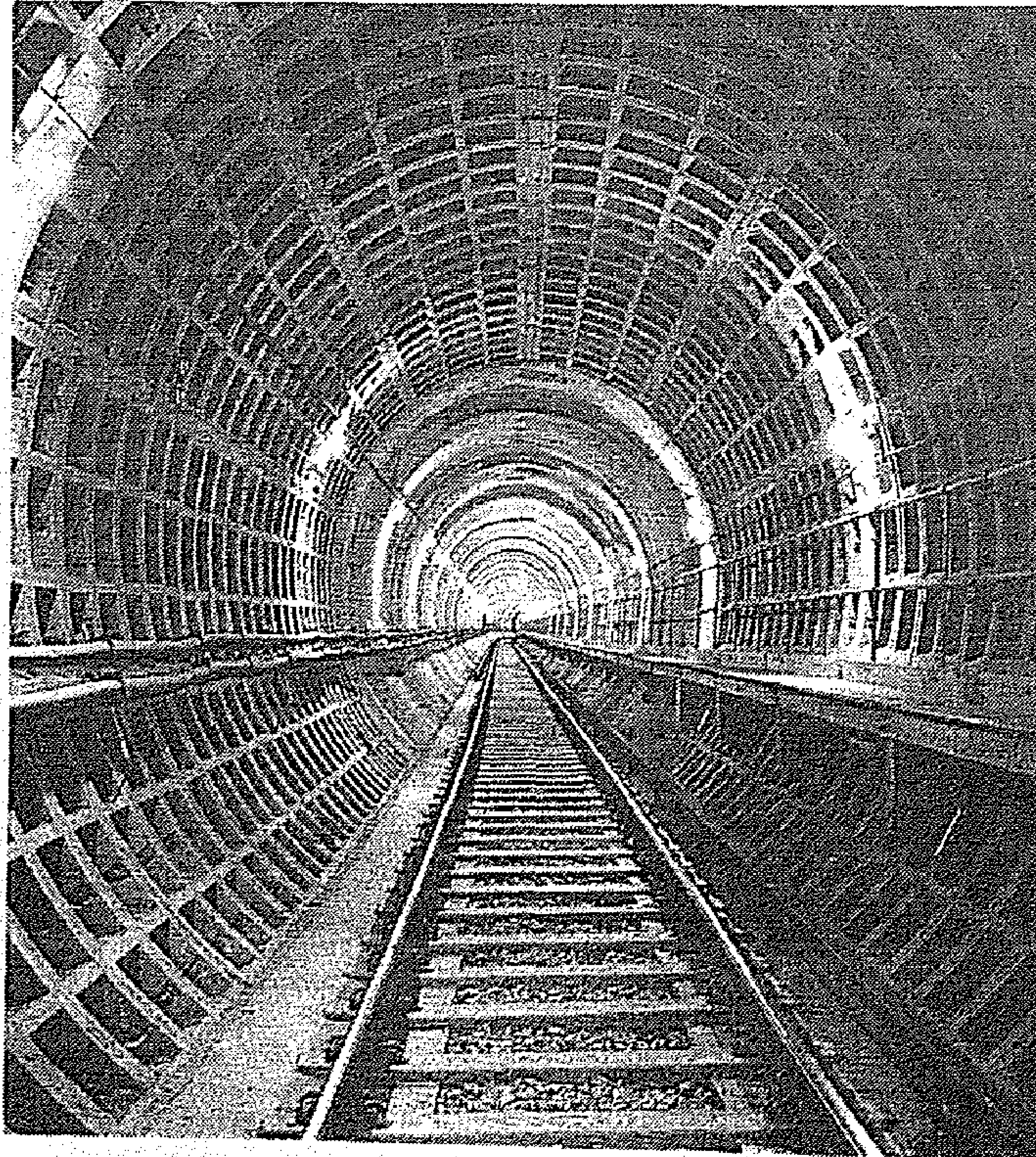
خروج الحفارة من المحطة في أتجاه النفق

عند الخروج ، تحقن المنطقة الأمامية بالحقن لمسافة ٥ أمتار مع تدعيم منطقة الخروج مع الحائط بالخرسانة بواسطة مدفع الخرسانة . يوضع أيضا عازلا عند المخرج مباشرة من المطاط علي محيط الفتحة لمنع تسرب أي مياه رشح . يوضح الشكل ، الحفارة في مكانها المحدد وكذلك المحطة – لاحظ الفتحات (١٢ متر × ١٢ متر) بالأسقف للتمكين من نزول أجزاء الحفارة – هذه الفتحات يعاد صبها بعد أتمام العمل.

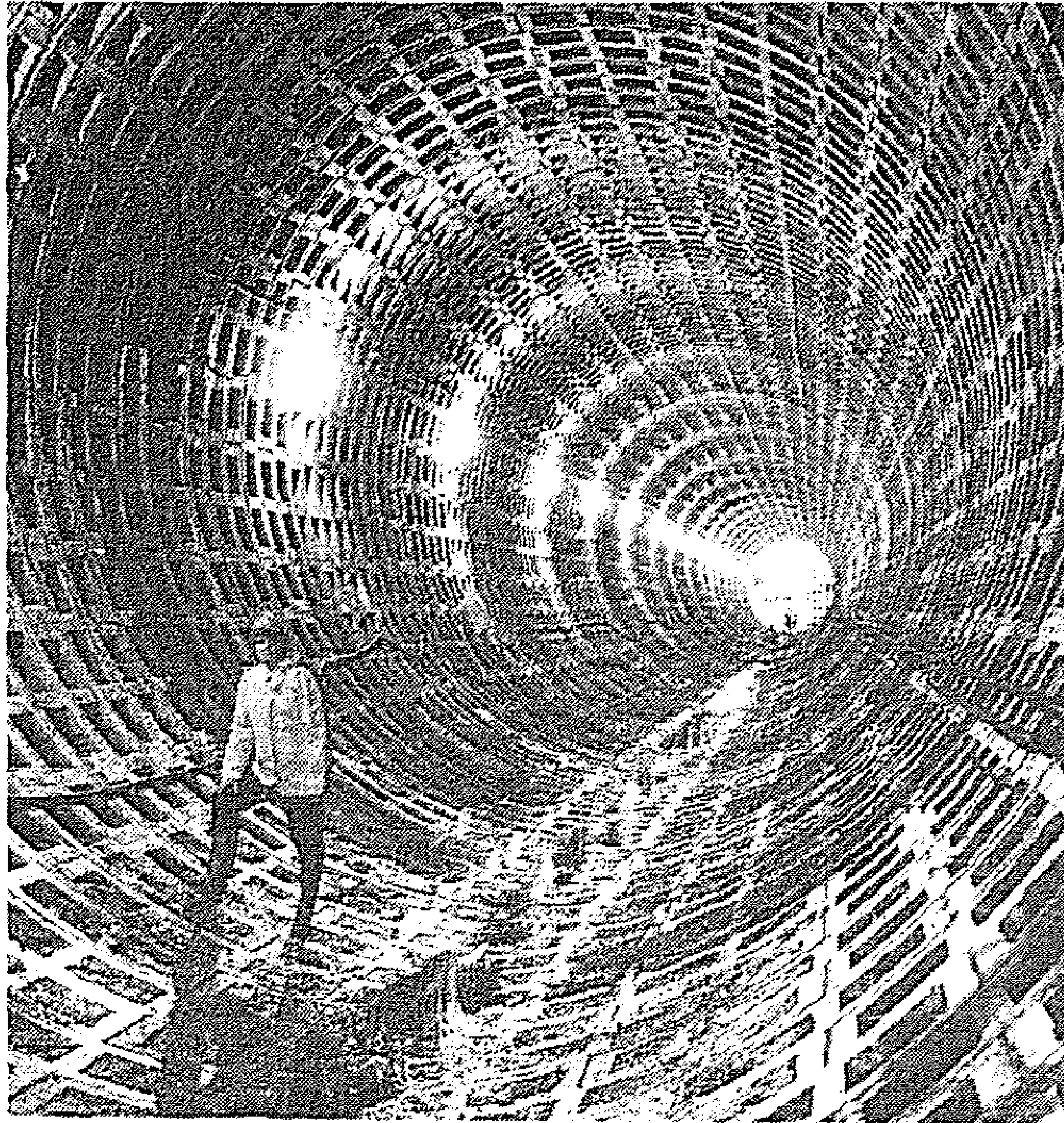


المحطة بعد أنتهاء صب الخرسانات – مترو أنفاق القاهرة

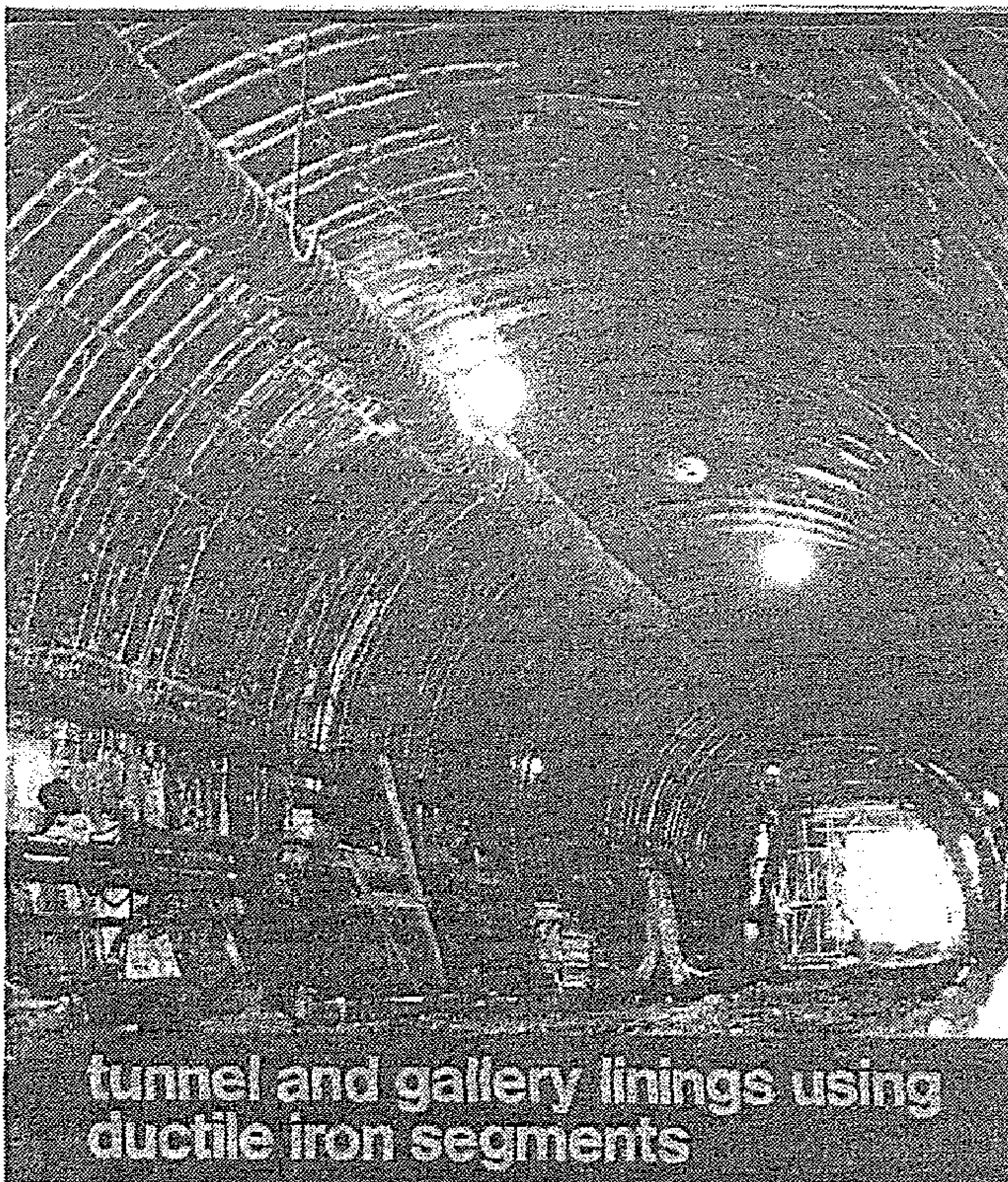
نماذج من أنفاق مجزأة



LIVERPOOL LINK

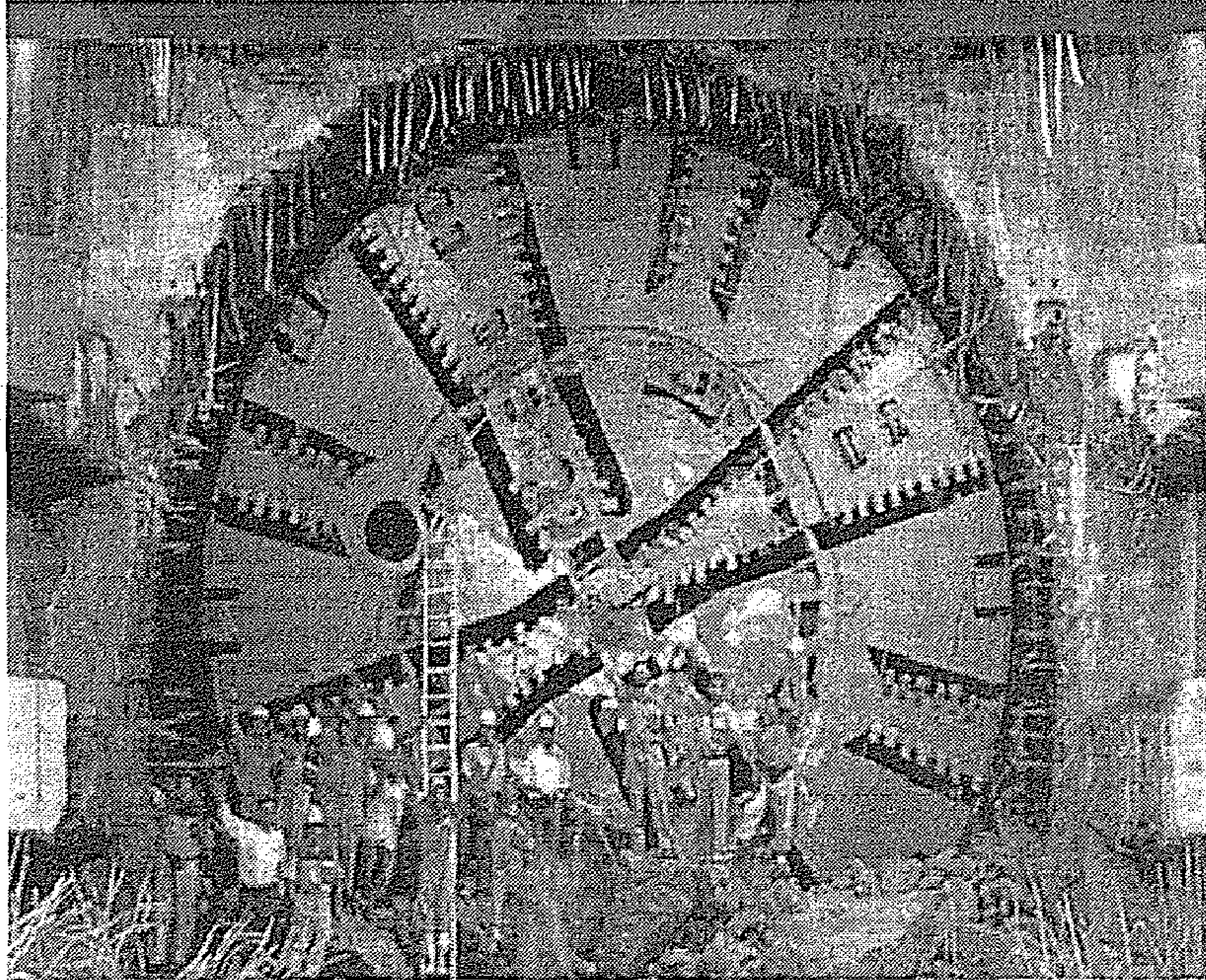


CARSINGTON
RESERVOIR TUNNEL



حفارة نفق مترو القاهرة الكبري

CREATER CAIRO SUBWAY (LINES 1 & 2) - CAIRO



AL-AZHAR ROAD TUNNELS - CAIRO



نفق الأزهر – القاهرة الكبري

المراجع

١ – مشروع أنفاق المجاري الرئيسية بالقاهرة الكبري .

٢ – مشروع أنفاق القاهرة الكبري .

٣ – مشروع نفق الشهيد أحمد حمدي .

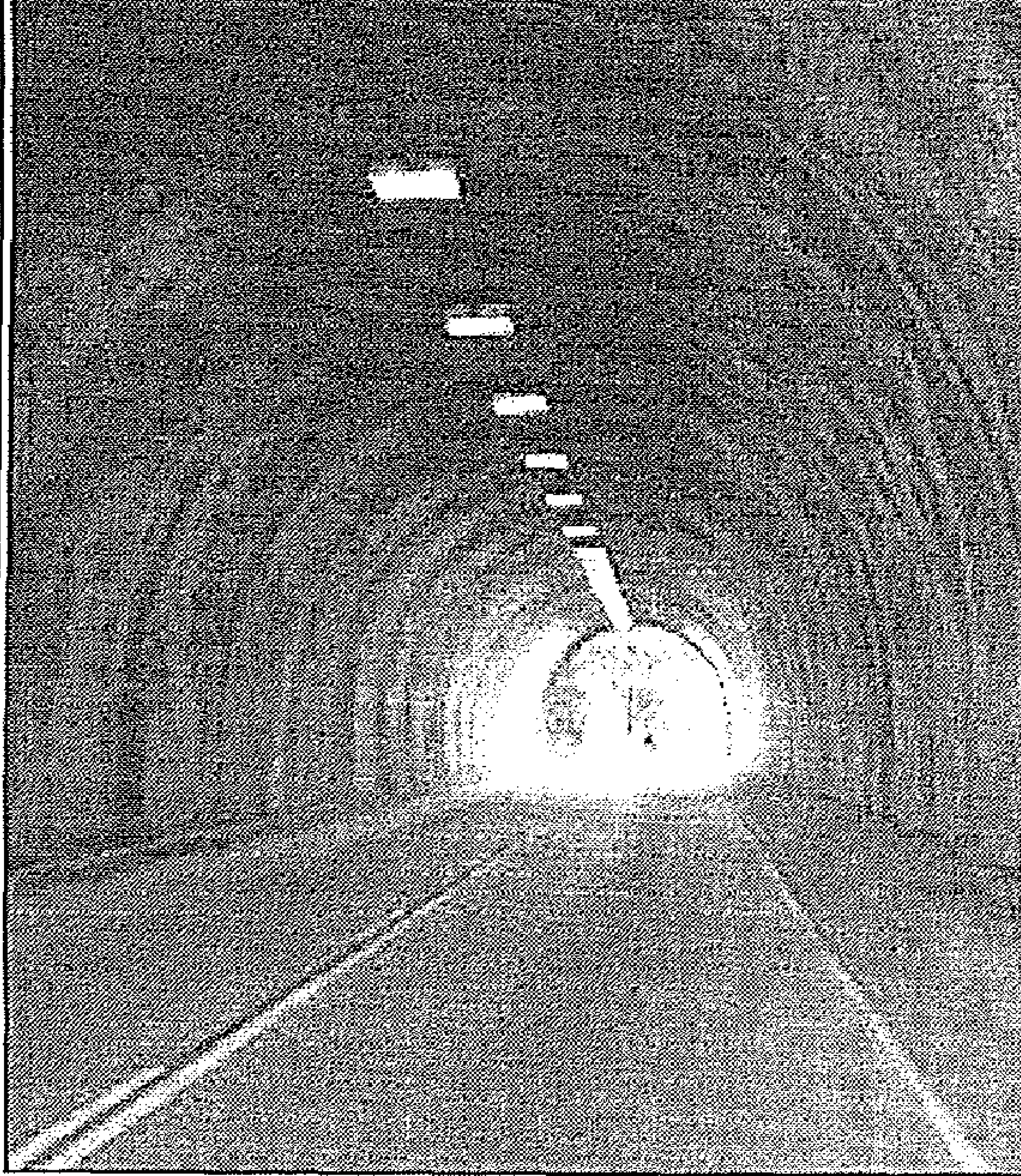
٤ – مؤتمر الأنفاق بالقاهرة ١٩٩٤ .

٥ – كتالوجات المصانع .

٦ – معهد التدريب الفني والمهني – شركة المقاولون العرب .

الإنشاءات المتميزة 1

إنشاء الأنفاق



الباب السادس

الأنفاق في الصخور
ROCK TUNNELS

الأنفاق في الصخور

Rock Tunnels

السلوك الميكانيكي للصخور :

تنقسم الصخور من حيث سلوكها الميكانيكي الي نوعين رئيسين :

١ – صخور قوية : و هي التي يمكن أنشاء النفق بها دون حاجة الي عمل صلبات أو دعامات لحمايتها من الأنهيار .

٢ – صخور ضعيفة : وهي التي لا يمكن أنشاء النفق بها دون أقامة دعائم قوية تحميها .

و نتيجة لوجود فتحة النفق داخل القطاع الصخري- فأنه يحدث تركيز للأجهادات حول هذه الفتحة – فأذا زادت هذه الأجهادات عن قوه الصخور للشد أو الضغط أو القص فأنه يحدث كسر في هذه الطبقة و تحدث حالة أنهيار و تتساقط الصخور في هذه المنطقة مسببة أحمالا أضافية علي الدعائم و العكس صحيح ، فأنه أذا كانت الأجهادات حول فتحة النفق أقل من تحمل الصخور للشد أو الضغط أو القص – فأنه لا حاجة الي دعائم لصلب هذه الصخور .

تنفذ الأنفاق في الصخور بطريقتين :

١ – طريقة التخريم و النسف .

٢ – أستخدام الحفارة الميكانيكية و الدرع .

أولا : طريقة التخريم و النسف :

تتبع الخطوات الآتية :

أ – توقيع أماكن التخريم و أستخدام معدات التخريم في عمل الثقوب المطلوبة .

ب – وضع المفرقعات بالكمية المناسبة و أنهاء عملية النسف .

ج – عمل التهوية و أزالة الغبار الناتج من عملية النسف .

د – تحميل و نقل ناتج النسف خارج النفق .

و – التخلص من المياه الأرضية أن وجدت .

س – وضع الدعائم للسقف و الجوانب .

ص – وضع حديد التسليح و صب خرسانة التبطين .

أ – توقيع أماكن التخريم :

يتوقف عدد الثقوب علي قطر النفق – فأذا كان قطر النفق ١٢ – ١٤ قدم فيتم عمل ثقب كل ٥ قدم مربع . أما أذا كان قطر النفق أقل من ذلك – فيتم عمل ثقب كل ٢,٥ قدم مربع .

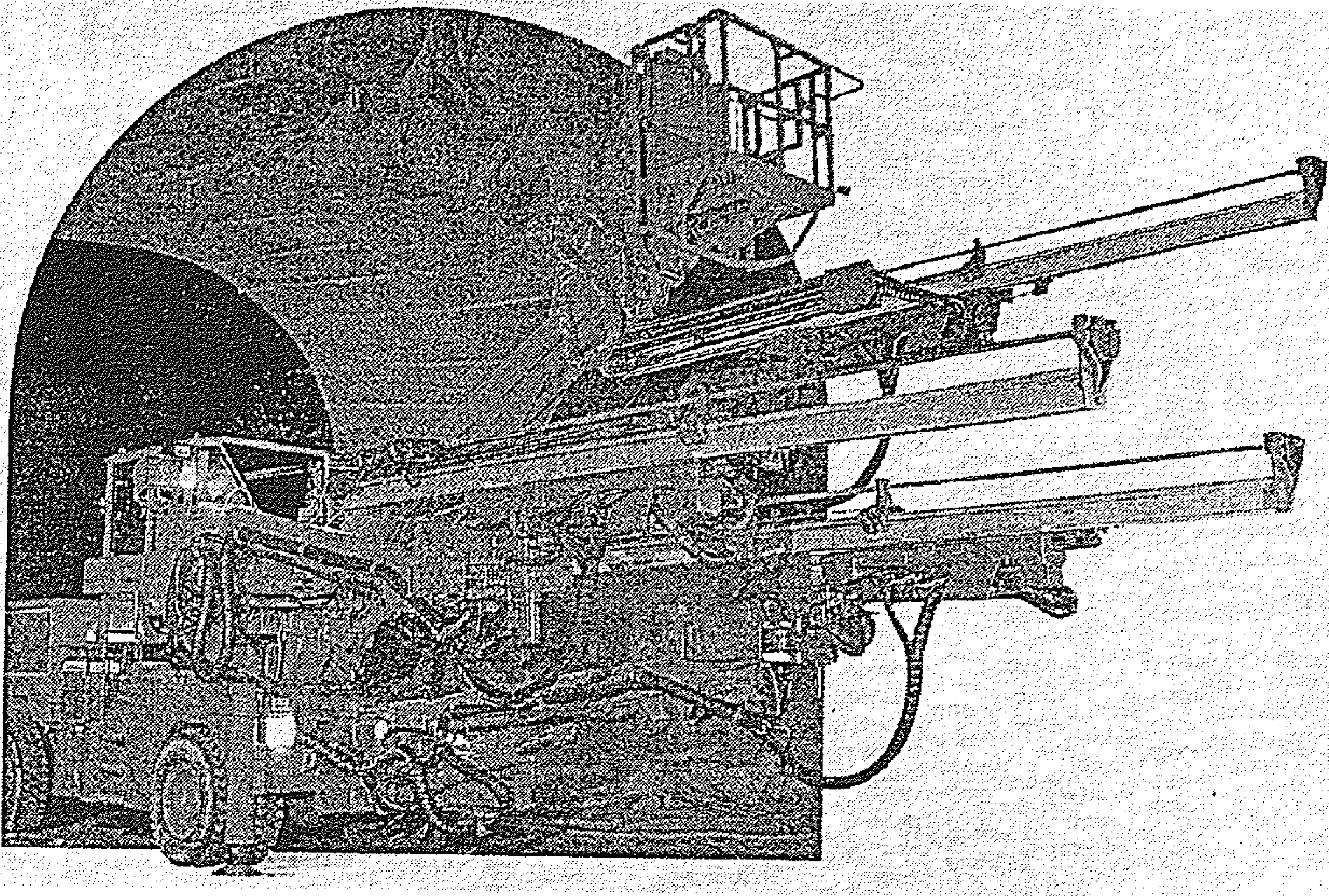
أما أذا كان القطر أكبر من ذلك فيعمل ثقب كل ٦ – ٧ قدم مربع . و يحدد نوع الصخور أيضا عدد هذه الثقوب – فالصخور النارية تحتاج الي ضعف عدد الثقوب للصخور الرسوبية . تستخدم شواكيش تخريم قطرها ٢"– ٥" و يكون الثقب متعامد مع سطح النفق .

و في حالة وجود تشققات طبيعية في الصخور فأنه يجب أن يكون الثقب متعامدا علي مستويات هذه التشققات .

تستعمل الأنواع الآتية من معدات التخريم لعمل الثقوب :

١– شاكوش التخريم الدقاق Percussion Drill :

و تستخدم بنط شديدة الصلابة مصنوعة من التنجستن كاربيد و تستهلك هذه البنط كل ٤٠٠ – ٨٠٠ قدم طولي– شكل (١) .



شكل (١) آلة ثقب الصخور

٢ - شاكوش التخريم الدوار Rotary Drill :

و هو مناسب لعمل الـــثقوب في طبقات الصخر الأقل صلابة .

٣ - شاكوش التخريم الحلزوني الدوار Auger Drill :

و هو مناسب للصخور الضعيفة جدا - و هذا النوع يعتمد في تـــشغيله علـــي ضغط الهواء .

ملاحظة :

بالنسبه للأنفاق ذات الأقطار الكبيرة - تستخدم آلات تخريم حديثة تشمل عـــدة أذرع للتـــثـــقيب . و تعتمد في تشغيلها علي نظام هيدروليكي خاص و تعمل في وقت واحد و يطلق عليها أسم جامبو Jumbo . و هو عبارة عن ماكينة تتحـــرك علـــي عجـــل كاوتش أو مجنزرة للسير عليها - كل ذراع من الأذرع السابقة عباره عن شـــاكوش تخريم و ذلك لأنجاز عمل عدة ثـــقوب في و قت واحد - شكل (١) .

توزيع الثقوب بقطاع النفق :

تنقسم الثـــقوب الي ثلاثة مجموعات رئيسية :

١ – ثقوب الوسط .

٢ – ثقوب النسف .

٣ – ثقوب تحديد قطاع النفق .

تبدأ عملية النسف بنسف المجموعه الأولي (ثقوب الوسط) و هي تعتبـــر و ســـيلة لتفريغ الصخور من وسط قطاع النفق – و هذا التفريغ من المنتصف يزيد من كفاءه ثقوب تحديد القطاع و التي تحدد القطاع النهائي للنفق . و عادة تكون عملية النـــسف للمجموعات الثلاث المذكوره متتالية و بفاصل زمني بسيط جدا لا يتجاوز جزء من الثانية . و يمكن الوصول الي هذا العمل باستخدام أجهزة النسف الكهربائية الدقيقة و التي تمكننا من أستغلال طاقة النسف كلها – فبعد تفجير المجموعه الأولـــي تتحـــرك موجة النسف بسرعة كبيرة في جميع الأتجاهات و هذه الموجه عند بلوغ أقصاها في داخل منطقه صخور المجموعة الثانية لا تكون وحـــدها كافيـــة لتـــفتيت منطقـــة صخور المجموعة الثانية ، ألا أنها تعتبر عاملا مساعدا لثـــقوب المجموعه الثانيـــة و التي تكون قد بدأت في الأنفجار و تتفتت صخور المجموعة الثانية ثم تبدأ المجموعة الثالثة في الأنفجار في نفس اللحظة التي تبلغ قوي التضاغط الناتجة عن تأثير نـــسف المجموعتين السابقتين أقصاها .

ب – وضع المفرقعات بالكمية المناسبة و أنهاء عملية النسف .

تختلف كمية النواسف اللازمة للمتر المكعب علي العوامل الآتية :

١ – مساحه المقطع .

٢ – قوه تماسك الصخور .

٣ – نوع المفرقعات .

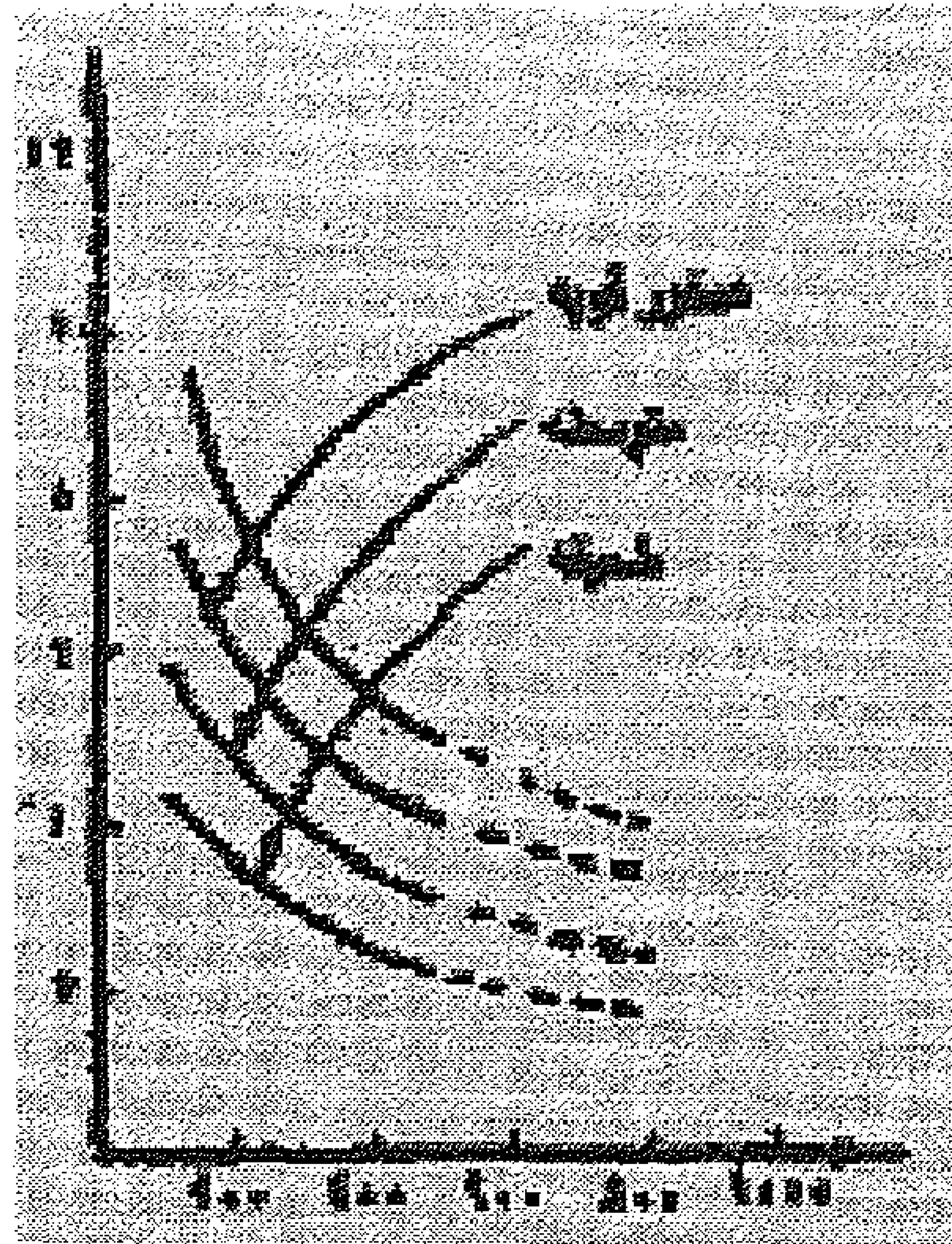
مثال :

واجهة نفق مساحتها ١٠٠ قدم مربع في صخور جرانيتية صلبة يلزمها ١٠ أرطال ديناميت للياردة المكعبة - بينما واجهة أخري مساحتها ٨٠٠ قدم مربع في طبقة صخور رسوبية يلزمها أقل من رطل واحد للياردة المكعبة .

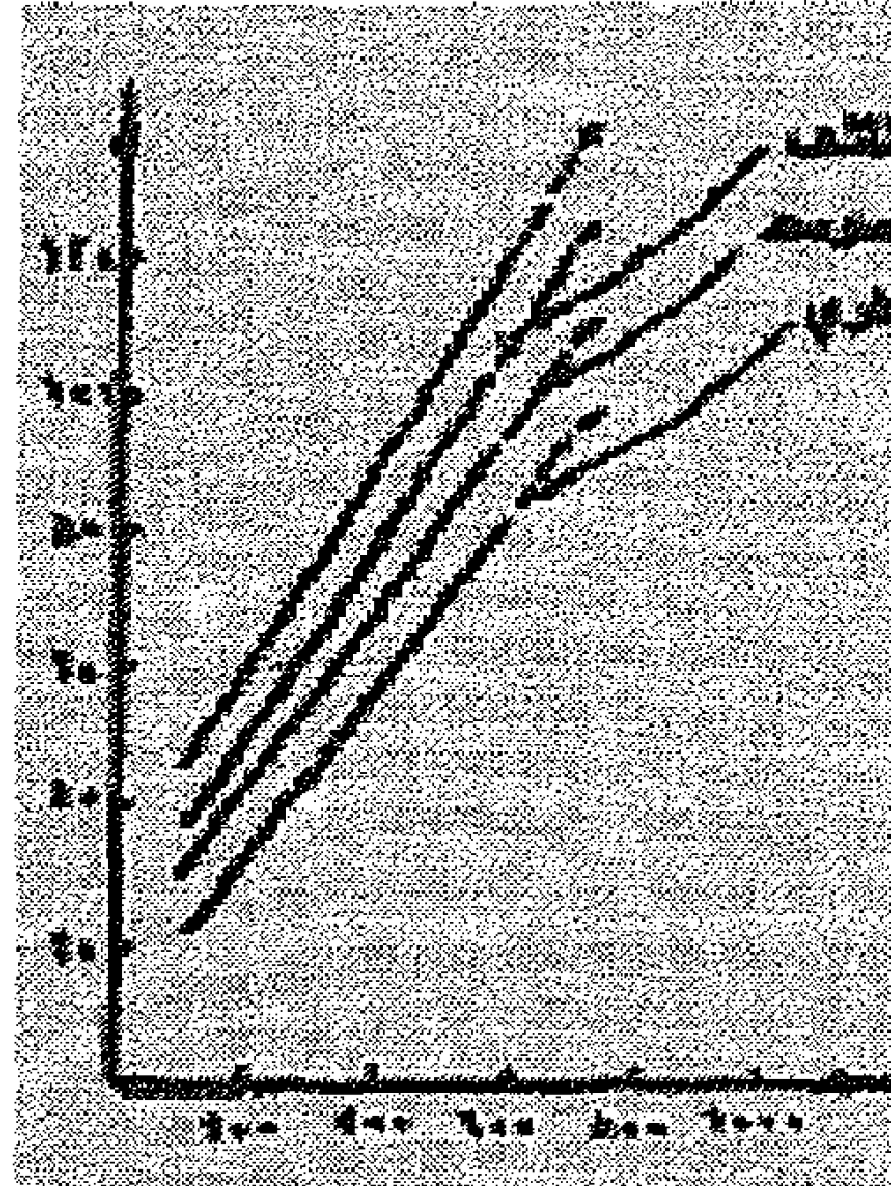
و المنحنيات التالية - شكل (٢) تبين النسب التقريبية لمعدل أستهلاك الديناميت البودرة للياردة المكعبة لمساحات متعددة لواجهة الأنفاق مع صخور مختلفة الصلابة .

يعبأ كل ثقب بالمقدار المحدد من الشحنة الناسفة و تشعل الشحنة بواسطة الكبسول الكهربائي مع أستخدام كبسول موقوت بفترات منتظمة . توصل الكبسولات الكهربائية علي التوازي و توصل بكابل متصل بجهاز التفجير الكهربائي . يجري النسف من بعد لا يقل عن ١٠٠٠ قدم من الواجهة مع استخدام كافة متطلبات الأمان اللازمة و الكافية .

عدد أرطال الديناميت اللازمة للياردة المكعبة

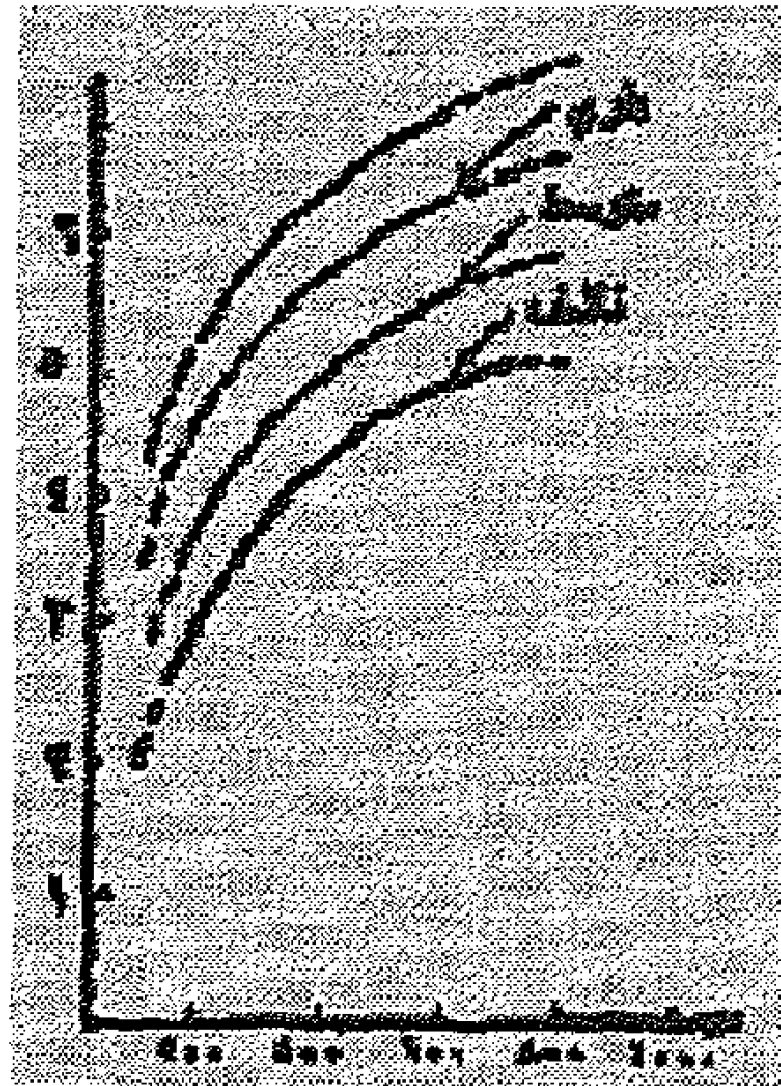


مساحة واجهة النفق
(قدم ٢)



مساحة واجهة النفق (قدم ٢)

عدد الثقوب المطلوبة / قدم مربع من مساحة الواجهة



مساحة واجهة النفق (قدم ٢)

ما يتطلبه الثقب الواحد من الأقدام المربعة

شكل (٢)

النسب التقريبية لمعدل أستهلاك الديناميت البودرة للياردة المكعبة لمساحات متعددة لواجهة الأنفاق مع صخور مختلفة الصلابة

ج - التهوية و أزالة الغبار الناتج عن عملية النسف :

و هي أحدي العمليات الضرورية للعمل ، حيث ينتج دخان و غاز كثيف ناتج عن عملية النسف لا بد من التخلص منه حفاظا علي صحة العاملين . ويتم عمل نظم التهوية بالطرق الآتية :

١- دفـــع الهواء البارد :

و يتم ذلك بتركـــيب مروحة ذات قدرة متوسطة تتوقف علي طول و قطاع النفق. تركب المروحة عند مدخل النفق و تدفع الهواء خلال أنبوب معلق في سقف النفق حتي آخر النفق حيث يوجد العمال . تصنع أنابيب الهواء من المطاط الـــصناعي الغير قابل للأحتراق و بقطر ٦٠٠ - ١٠٠٠ مم ، و يراعي أســتخدام ماســـورة متحركة عند واجهة النفق يتم فكها عند أجراء عملية النسف و يعاد تركيبها بعـــد نهو النسف .

٢ - سحب الدخان و الغبار :

يتم تركيب مروحه سحب (شفاط) أمام واجهه النفق - تقوم المروحـــة بـــشفط الدخان و الغبار خلال مواسير الي خارج النفق .

٣ - دفع الهواء و سحب الدخان :

و يكون ذلك باستخدام نوع خاص من المراوح يمكنها من دفع الهواء أو تحويلها الي نظام سحب الدخان - ويمكن التحول بين النظامين بـــسرعة . هـــذا النظـــام يفضل أستخدامه في الأنفاق التي يجري بها أعمال النسف.

ينبغي رش جدران النفق بالمياه أثناء الـــتنفيذ للأقلال من كمية الأتربة المنتشرة .

تحسب الكمية اللازمة من الهواء كالآتي :

١٠٠ قدم مكعب / دقيقة / عامل .

٥٠ قدم مكعب / دقيقة / قدم مربع من قطاع النفق . و نختار أيهما أكبر .

و أذا أستخدمت سيارات تعمل بالديزل في نقل نواتج التفجير - فأنه يلـــزم ٧٥ قـــدم مكعب (أضافي) من الهواء في الدقيقة الواحدة لكل حصان من قدرة المعدة .

من العوامل السابقه يمكن حساب قدرة مراوح الشفط أو ضخ الهواء و المواســـير و خلافه .

د - تحميل و نقل ناتج النسف خارج النفق .

١ - أستخدام الحفارات أو اللوادر في تحميل هذه النواتج علي سيارات قـــلاب أو

عربات ديكوفيل تجرها قاطرة أو الدنابر – شكل (٣) .

٢ – السيور الناقلة : توضع نواتج التفجير علي السيور التي تنقلها الي خارج النفق و تحميلها علي السيارات القلاب .

٣ – عربات الديكوفيل التي تسير علي القضبان .

٤ – دنابر نقل الصخور الي خارج النفق – شكل (٤) .



شكل (٣) تحميل نواتج التفجير بالنفق باللودر – تصنع خصيصا لتناسب تنفيذ الأنفاق



شكل (٤) دنابر تحميل الصخور من داخل النفق – تصنع خصيصا لتناسب تنفيذ الأنفاق

و – الـــتخلص من المياه الأرضية :

تتكون المياه الأرضية من رشح المياه داخل النفق أو من رش جدران النفق لتـــقليل الغبار . و عموما – فأن أستخدام أي طريقة للـــتخلص من هذه المياه يتوقـــف علـــي كمية هذه المياه . هناك حالتان :

١ – حالة مؤقتة أثناء الأنشاء و تستخدم أحدي الطريق من بين النزح السطحي – الهواء المضغوط – تجميد و تثليج التربة – الحقن .

٢ – وحالة مقاومة المياه بصفة دائمة بعد الأنشاء مثل التبطين من الداخل والحقن .

أولا : مقاومة المياه بصفة مؤقتة قبل الأنشاء :

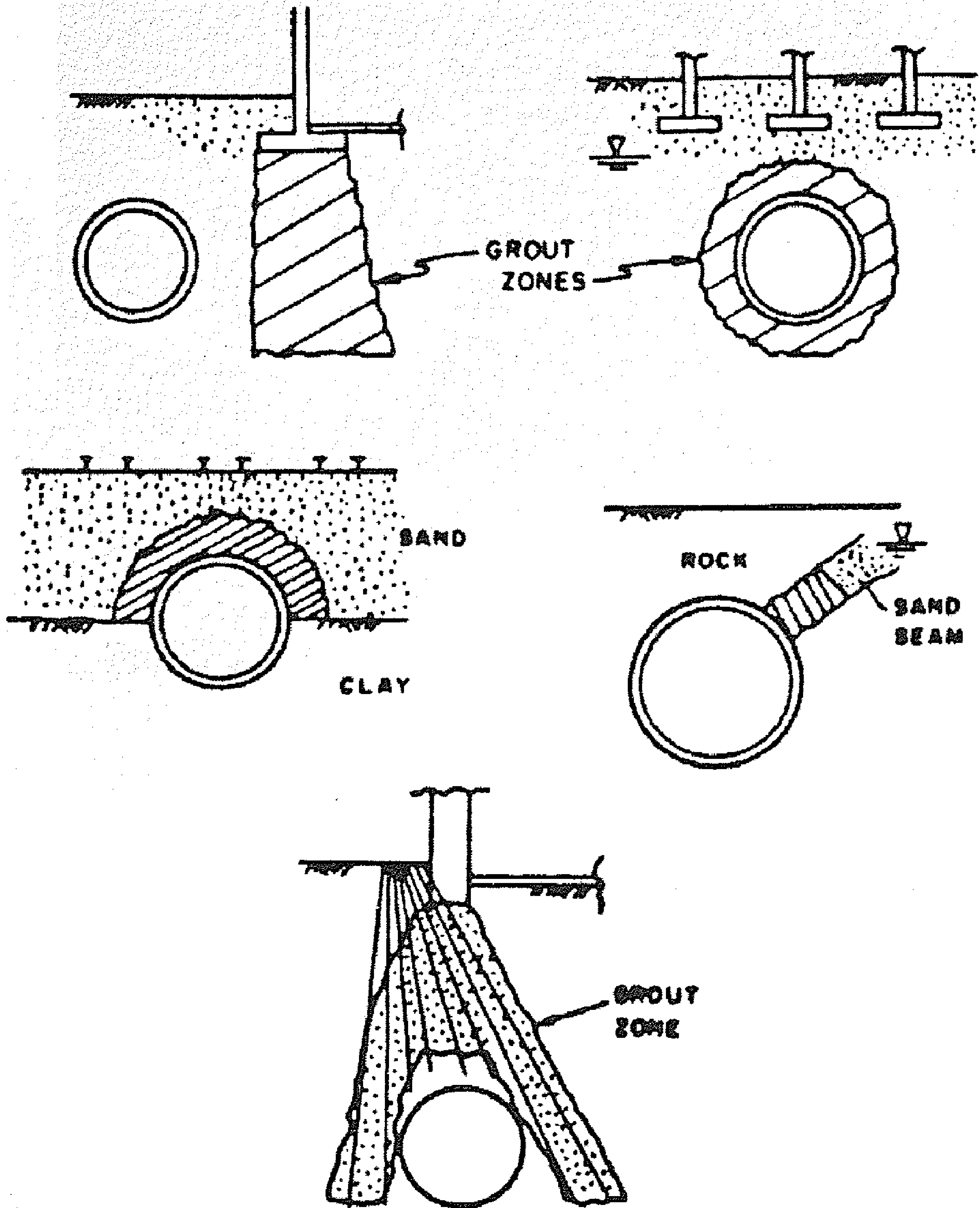
تستخدم الطلمبات الكهربائية السطحية في حالة وجود كميات قليلة من المياه غير مؤثره علي الـــتنفيذ أو سلامة المنشآت المجاورة بجانب الطرق الأخري مثـــل حقن الصخور – التثليج – الهواء المضغوط .

ثانيا : مقاومة المياه بصفة دائمة بعد الأنشاء :

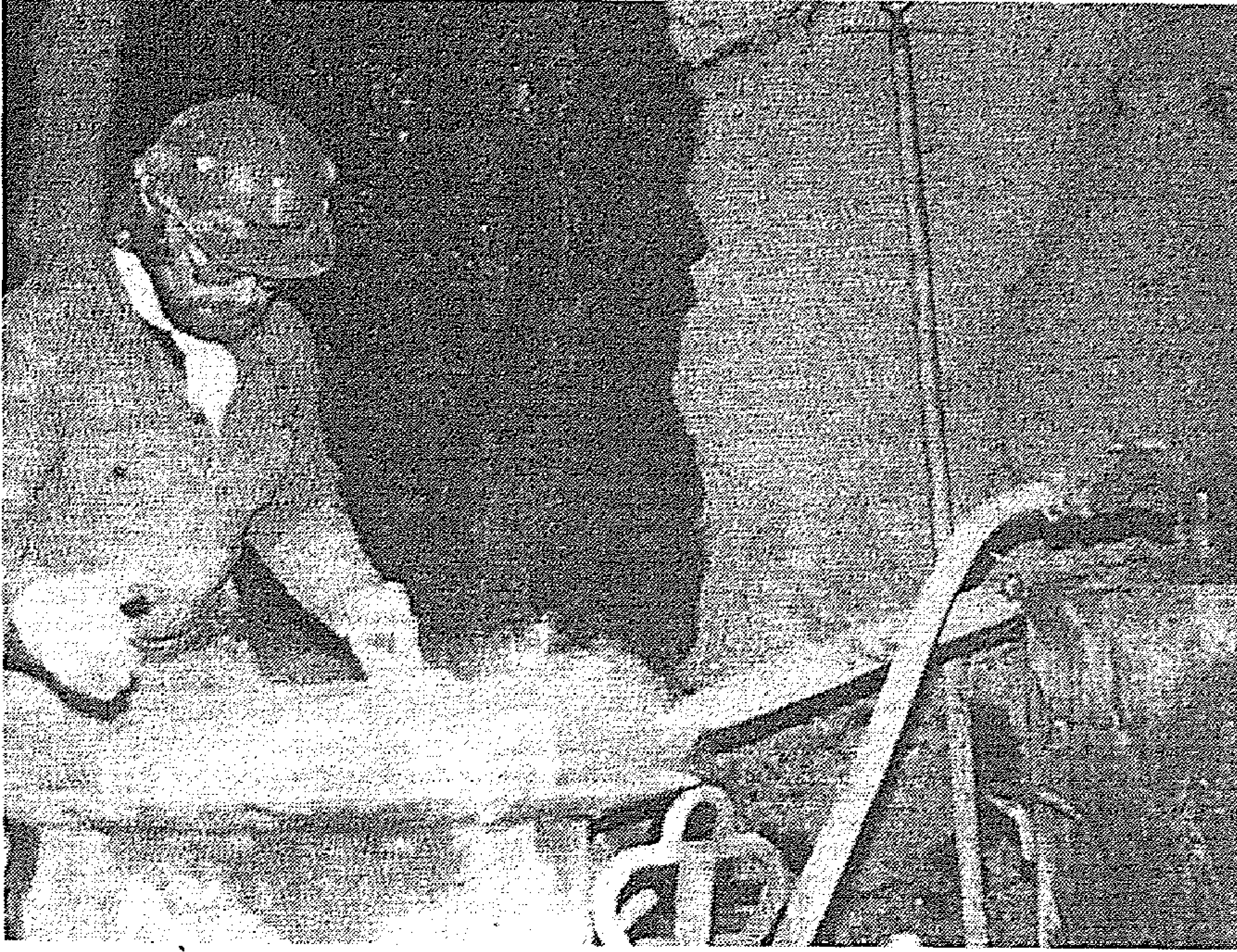
١ – الحقن Injection :

يفضل أستخدام هذه الطريقه في الصخور الموجود بها شقوق و التي بهـــا نسبة عاليه من المياه الجوفية ويمكن أن تستعمل قبل الأنشاء أيضا .

تتلخص هذه الطريقة في عمل ثقوب مختلفه الطول (١٠ – ٢٥ متر) فـــي واجهة النفق و حول قطاعه – شكل (٥) . تحقن هذه الـــثقوب بواســـطة لباني الأسمنت تحت ضغط عالي لـــتـــنـــتشر في التشققات الموجودة في الأرض الصخرية فتعمل علي سدها مكونة أسطوانة صـــلبة متماســـكة لا تسمح بتسرب المياه الضعيفة .



شكل (٥) تطبيقات لأعمال الحقن علي النفق



شكل (٥) حقن الشقوق والصخور الضعيفة

يبدأ العمل في النفق بطريقه النسف العادي – و عاده يكون طول الجزء الذي يتم نسفه من ٢ – ٣ متر و هو طول ثقب النسف . تتكرر عمليه النسف حتي نصل الي نهاية الأسطوانة الصلبة التي كونها الحقن . يعاد عمل الحقن لمسافة أخري و هكذا حتي نتمكن من عبور هذه الطبقات الصخرية .

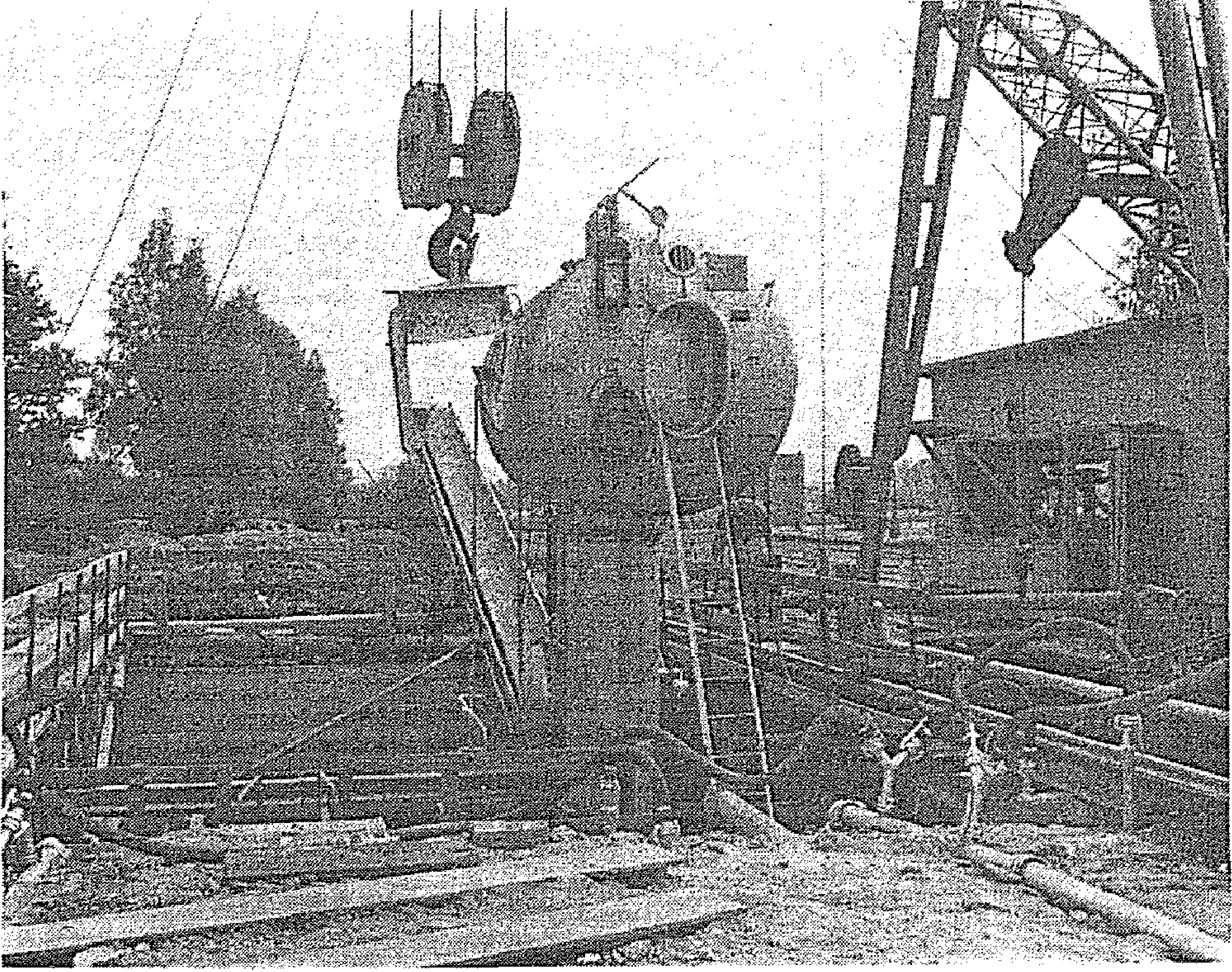
تشتمل عملية الحقن ما يلي :

الحقن السابق Pre injection

الحقن اللاحق Post injection

٢ – الهواء المضغوط Compressed Air :

يتم عمل قيسون من سطح الأرض و موصلا الي النفق شكل (٦) . ثم عمل سقف من الخرسانة المسلحة . تخترق هذا السقف ماسورة رأسية في نهايتها غرفه الضغط Air Deck – مماثلا لتنفيذ بيارات الصرف الصحي بالهواء المضغوط – يضغط الهواء داخل القيسون والنفق بقدر مناسب للتخلص من مياه الرشح . هذه الطريقه بطيئة و مكلفة .



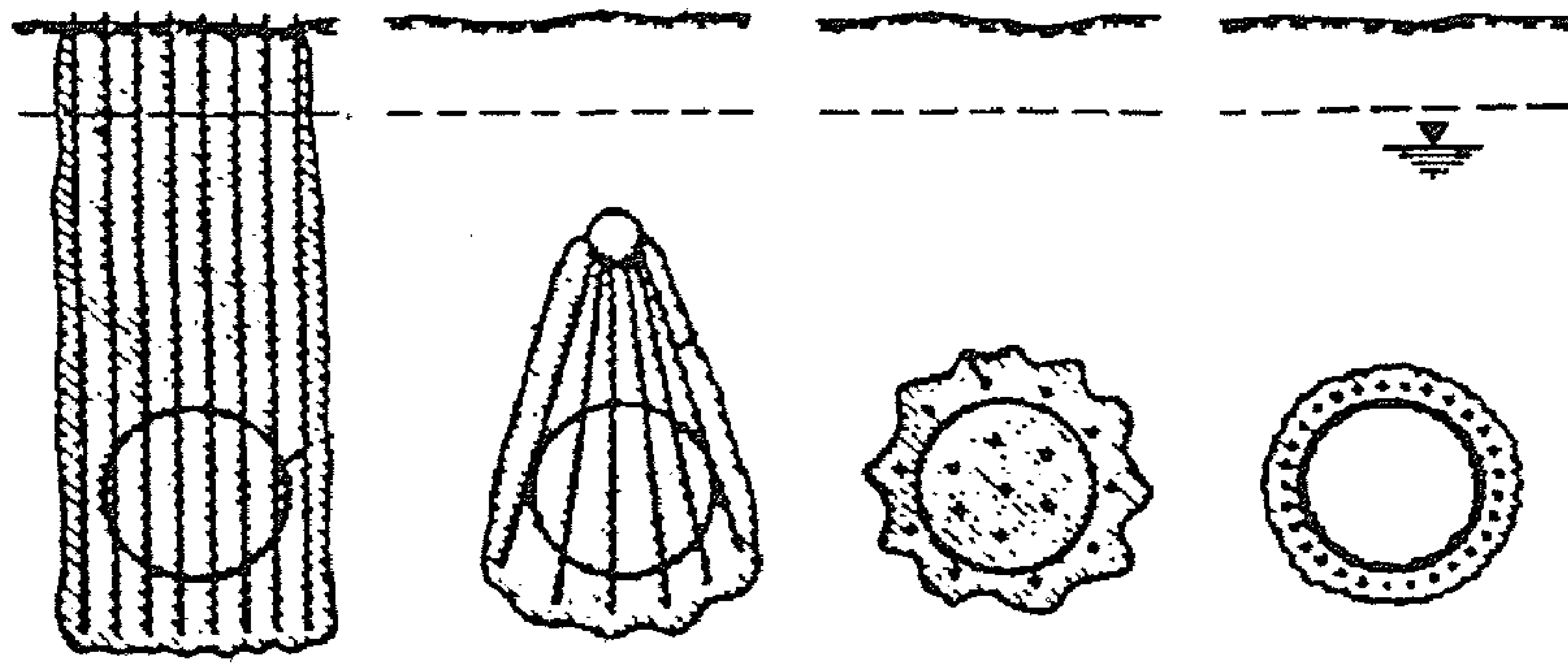
شكل (٦) معدات الهواء المضغوط للتخلص من مياه الرشح

٣ – التجميد أو التثليج Freezing :

تستخدم هذه الطريقة في حالة صعوبة أستخدام الحقن للطبقات الصخرية أو تخفيض المياه الأرضية بالطرق التقليدية ، كذلك الخوف من أحتمال حدوث أنفلاق في التربة Blow Off نتيجة أستخدام الهواء المضغوط .

هذه الطريقة غير مفضلة في مشروعات الأنفاق الصخريه لأرتفاع تكاليفها . تتلخص في أنه قبل البدأ في تنفيذ النفق – تعمل مجموعه ثقوب قطر كل منها ٢٠ سم (تقريبا) حول المنطقة المراد حفرها و علي أن يكون بين كل ثقب و آخر ١ – ١,٥ متر . هذه الثقوب يجب أن تخترق الطبقة المطلوب تثليجها . تمد داخل هذه الثقوب مواسير تبريد – كالتي تستخدم في مصانع الثلج – و تبدأ المعدات في تبريد هذه المنطقة من الأرض و التي بها المياه الجوفية – و يجب أن يكون التبريد بطيئا بحيث يكون ٢ – ٣ درجة مئوية يوميا . يستمر التبريد حتي نصل الي درجة ٢٣ – ٢٥ درجة مئوية تحت الصفر . تبدأ عمليات النسف مطمئنين الي عدم تسرب

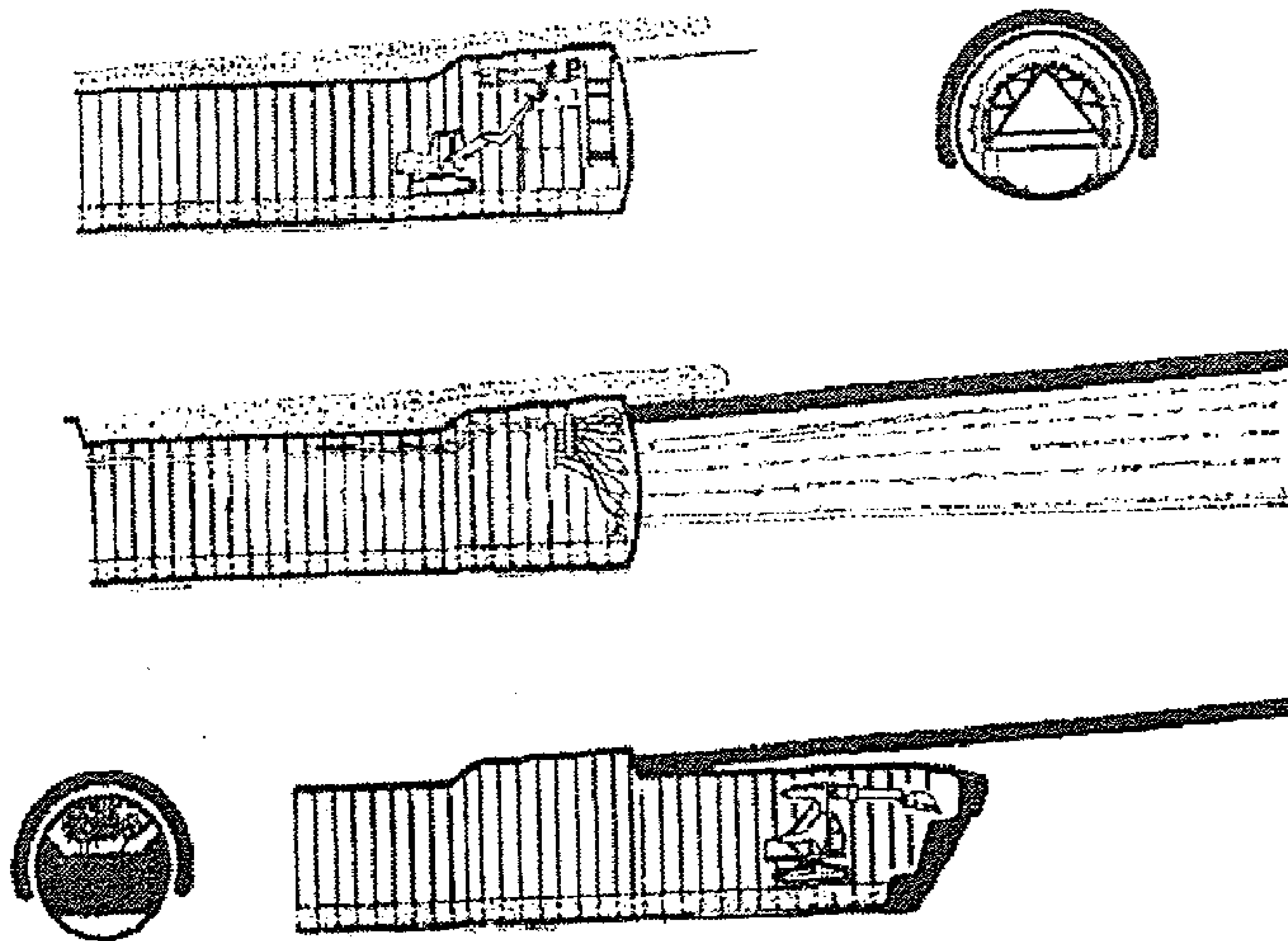
المياه . بعد نهو العمليات المطلوبة في أنشاء النفق ، تترك الأرض لتعود الي درجه حرارتها العادية . و يجب الا تزيد سرعة أرتفاع درجة الحراره عن درجتين أو ثلاثه يوميا حتي نضمن عدم حدوث ضغوط زائده علي دعائم المنشأ .



شكل (٧) تثليج التربة حول النفق – مواسير التثليج أفقية أو رأسية أو أستخدام النظامين معا . عقد رقم ١ – مشروع الصرف الصحي للقاهرة الكبري – الأميرية

٤ – التبطين بمدفع الخرسانة :

بعد الأنتهاء من حفر القطاع الصخري للنفق ، يتم وضع شبكة من حديد التسليح وتثبيتها علي الجدران الصخرية للنفق . تدفع الخرسانة بواسطة مدفع الخرسانة لعمل التبطين اللازم وبسمك لا يقل عن ٢٥ سم علي كامل محيط النفق .



شكل (٧) تجميد التربة باستخدام مواسير أفقية . ثقب واجهة النفق بثقوب أفقية ثم دفع غاز التبريد وتثليج الأرض ثم الحفر

س - صلب الجوانب ووضع الدعائم للسقف :

يتوقف نوع التدعيم المطلوب للأنفاق في الأراضي الصخرية علي نوع و حالة الصخور و قطر النفق . و في بعض الصخور النارية القوية - لا نحتاج الي تدعيم جدران النفق سواء تدعيم مؤقت أو تدعيم دائم . و فيما يلي طرق تدعيم الأنفاق الصخرية :

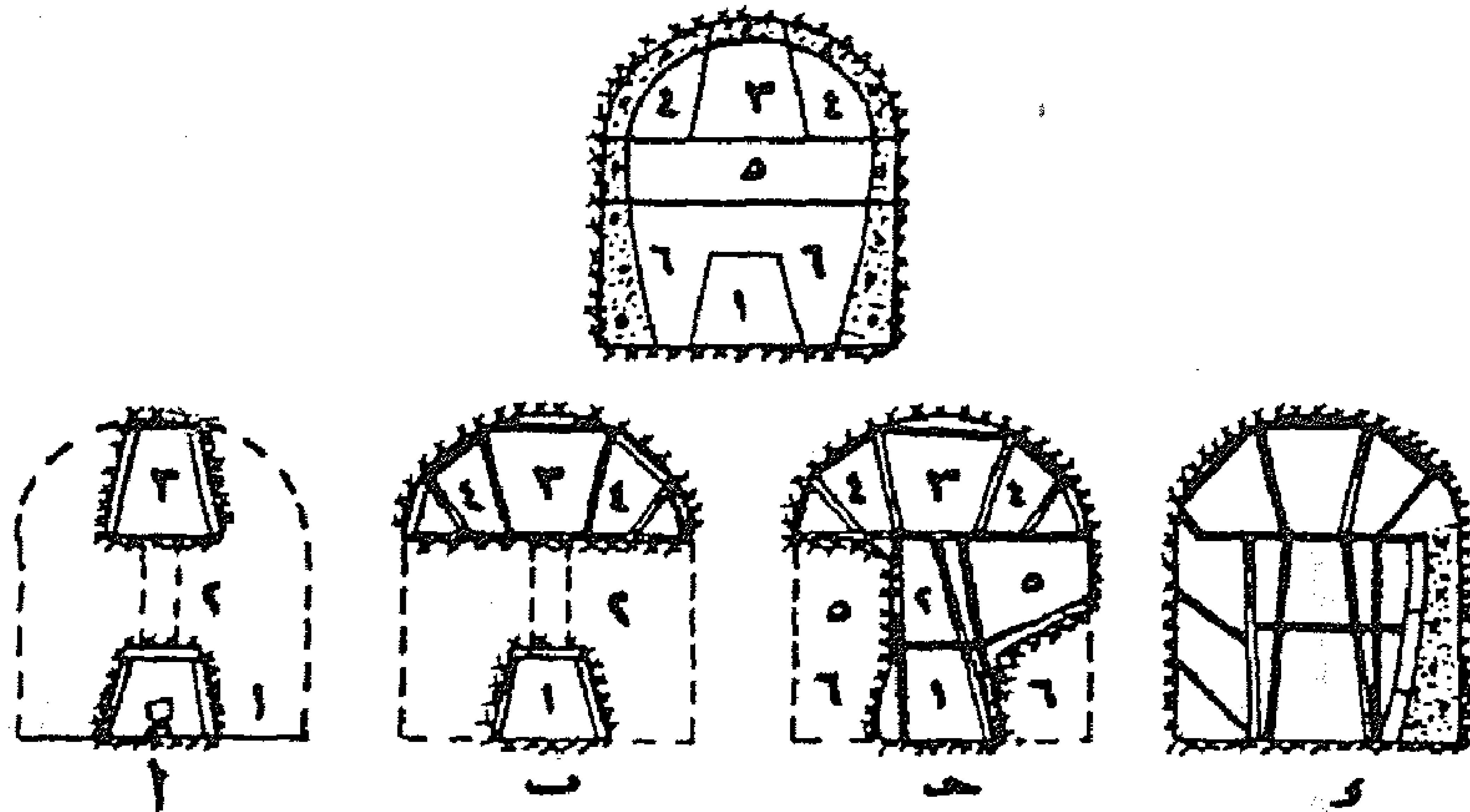
الطريقه الأولي :

١ - يقسم قطاع النفق الي سته أجزاء - شكل (٨) . نبدأ العمل في الجزء الأول فنحصل علي قطاع صغير يسمح بالحركه و خدمة باقي أجزاء النفق

٢ - نبدأ العمل في القسم رقم (٣) - تنشأ آبار رأسية (٢) بين القسمين تكون مهمتها أزالة نواتج الحفر في الجزء الأسفل . توضع عربات الديكوفيل و القضبان في القسم رقم (١) لنقل ناتج التكسير الي الخارج .

٣ - بعد نهو الحفر في القسم رقم (٣) و عمل الصلبات اللازمه له . نبدأ العمل في القسم رقم (٤) للتوسيع من أعلي ثم القسم رقم (٥) ثم القسم رقم (٤) . و في هذه الخطوات يستخدم القسم رقم (١) لخدمة القطاع كله من حيث نقل العمال وأستخراج نواتج الحفر و مد الكابلات و مواسير المياه و التهوية .

بعد نهو العمل في الأقسام السابقه تستبدل الدعامات المؤقته بدعامات ثابتة .



شكل (٨) تقسيم القطاع الي أقسام وأزالة الصخور منها مع أستعمال الدعائم المؤقتة حتي الأنتهاء من العمل ثم تستبدل تلك الدعائم المؤقتة بأخري دعائم ثابتة .

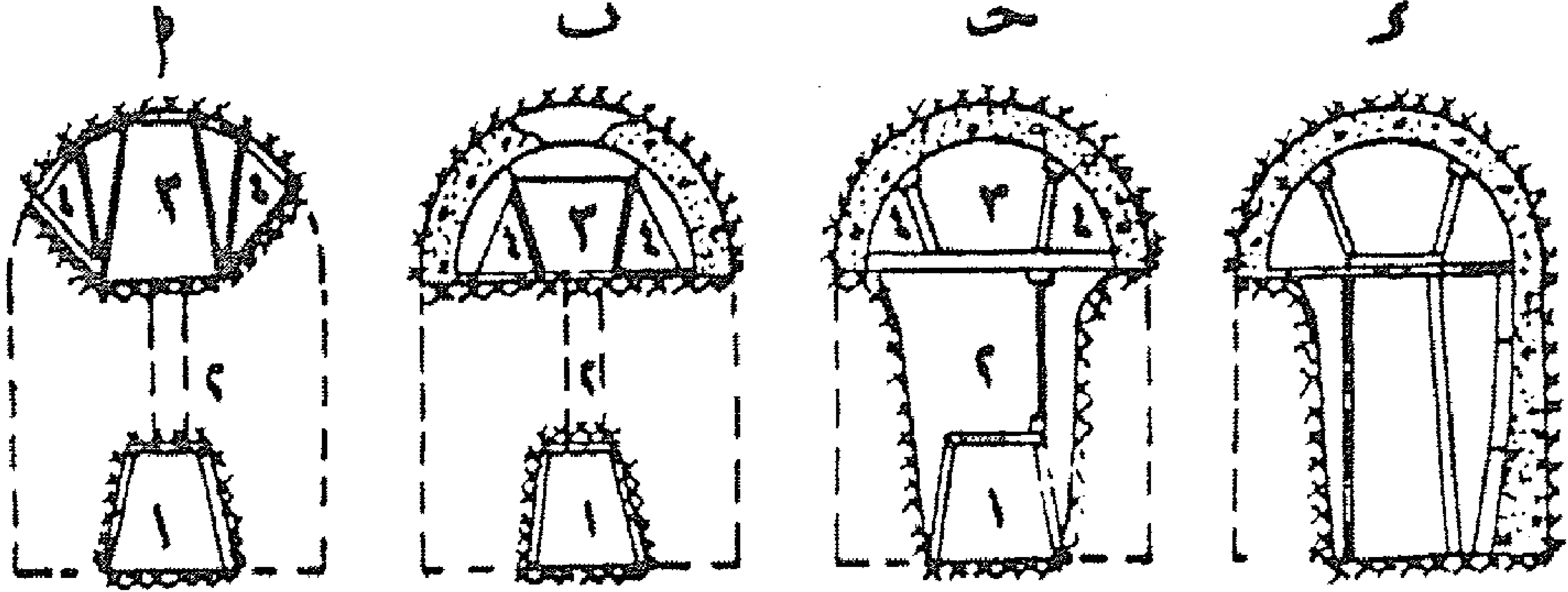
الطريقه الثانية :

تستخدم في الأراضي الأقل صلابة حيث يخشي علي الدعائم المؤقته من أنها لا تتحمل الضغوط الواقعة علي النفق و التي يصعب فيها أستبدال الدعائم المؤقته بالدعائم الدائمة شكل (٩) .

١ – نلجأ الي صب الخرسانات في كل قسم علي حده و ذلك بعد الأنتهاء من حفره . و يكون وضع الدعائم الدائمه من أعلي الي أسفل .

٢ – بعد الأنتهاء من القسم رقم (١) ثم القسمين (٣) ، (٤) – نبدأ في وضع الدعائم الدائمة و صب الخرسانات اللازمة.

٣ – نلجأ الي توسيع أقسام (٥) ، (٦) مع صب الخرسانات في الأماكن المنتهية. و عند الأنتهاء من القطاع كله يكون قد تم الأنتهاء من الدعائم الدائمة في النفق .



شكل (٩) تقسيم قطاع النفق الي أقسام مع وضع الدعائم الدائمة أثناء أزالة الصخور مبتدئين من أعلي الي أسفل

الطريقه الثالثة :

تستخدم هذه الطريقة في الأراضي الضعيفة نسبيا أو المنشآت ذات القطاعات الكبيرة و هي مثل الطريقة الثانية ألا أن صب الخرسانات للدعائم الدائمة يبدأ من أسفل الي أعلي شكل (١٠).

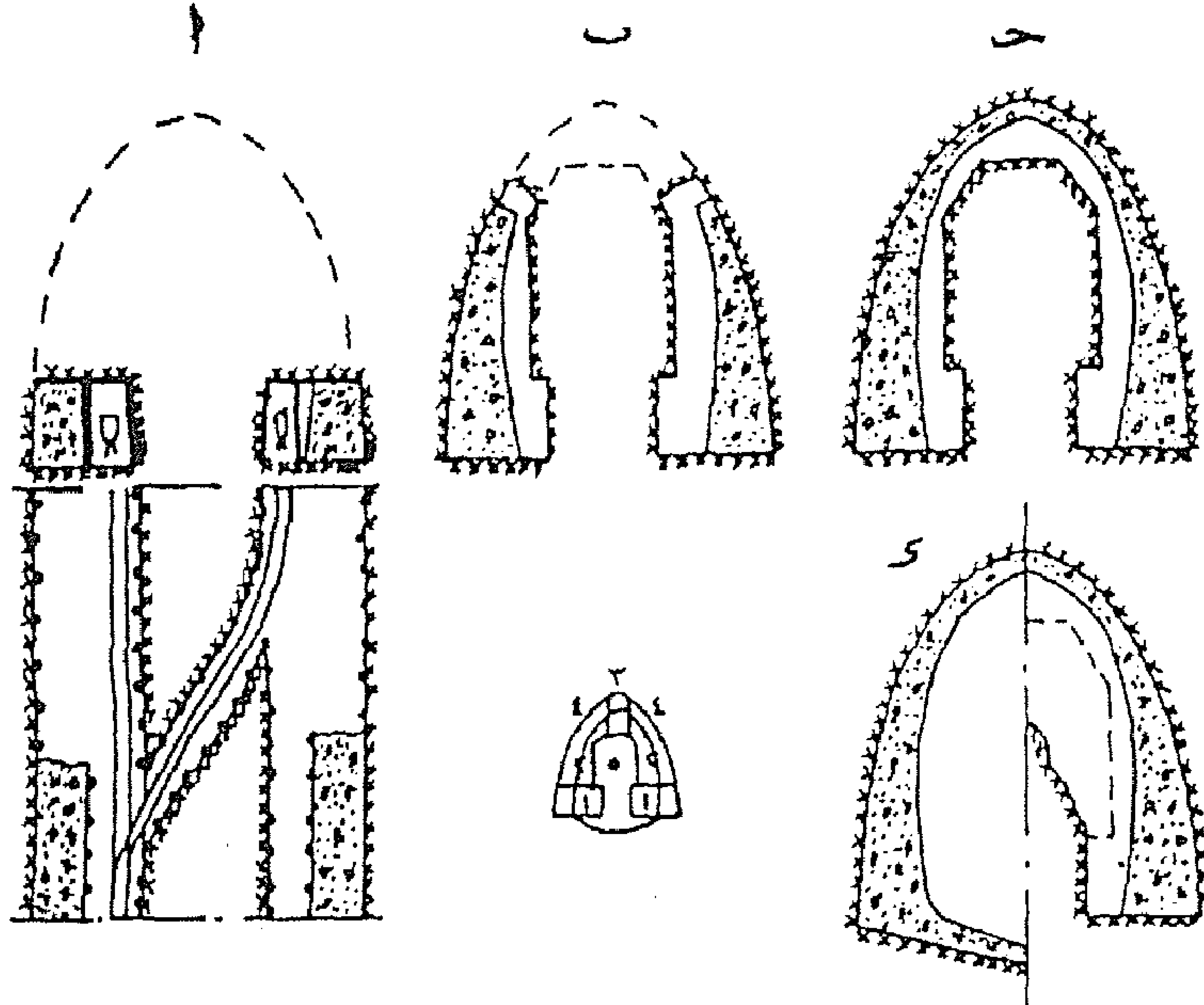
١ – بعد نهو القسمين (١) ، (٢) المستخدمان لخدمة عملية الحفرو أنتقال العمال والأنشاء – توضع الدعائم الدائمة و هي من الخرسانة المسلحة .

٢ - يتم التوسيع الي أعلي في القسم رقم (٢) مع صب الخرسانات للأجزاء المنتهية .

٣ - توسيع و أزالة المناطق (٣) ، (٤) .

و يلاحظ أن الجزء الأوسط رقم (٥) يترك لتسهيل العمل و لخدمة الأقسام المختلفة حتي يتم وضع الخرسانة المسلحة في جوانب و سقف النفق بالكامل .

٤ - يزال الجزء رقم (٥) ثم يعمل التوسيع اللازم في أرضية النفق لصب الخرسانات اللازمه بالقطاع المطلوب .



شكل (١٠) تقسيم القطاع الي أقسام مع وضع الدعائم الدائمة أثناء أزالة الصخور مبتدئين من أسفل الي أعلي

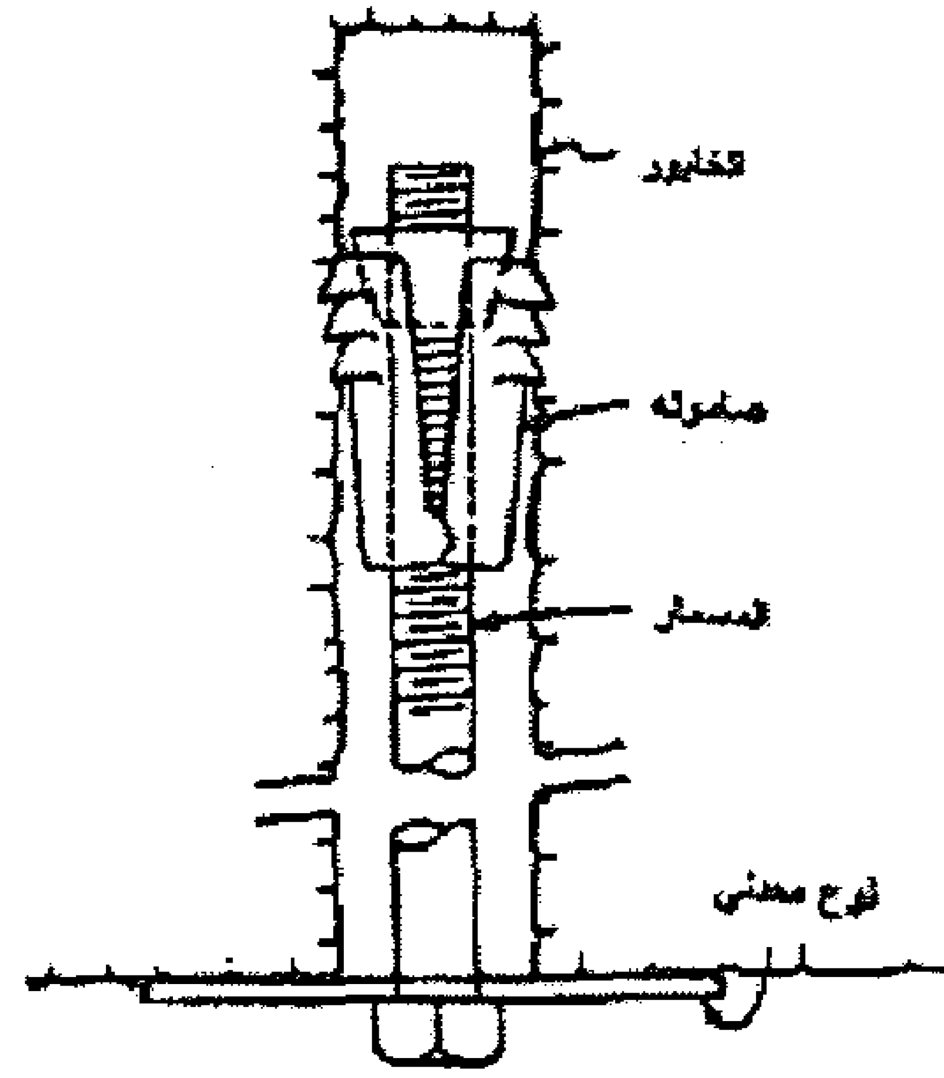
الطريقه الرابعة :

أستخدام خوابير التثبيت Roof Bolts:

يستخدم هذا النوع من خوابير التثبيت - شكل (١١) لتثبيت الطبقات الصخرية . فعند أجراء عملية النسف و عمل النفق داخل الصخور- تتكون مجالات قوي شد و قص و ضغط حول قطاع النفق عالية القيمة . فأذا كانت هذه

الطبقات لا تتحمل هذه الأجهادات و تميل الي السقوط و الأنهيار – فيمكن بواسطة هذه الخوابير تثبيت صخور محيط النفق في الصخور السليمة و التي تلي هذه الطبقة .

و عند تثبيت هذه الخوابير داخل الثقوب – و عند الرباط علي الصامولة – يسحب الخابور صامولة مخروطيه التي تدفع بدورها الغطاء المعدني الي الخارج الي جدار الثقب – و بمزيد من الرباط نحصل علي مزيد من التماسك بين جدران النفق و الخابور – تربط هذه الصامولة بعد تركيب خوصة حديد ٦"×٦"×٤/١" علي سطح الصخر .

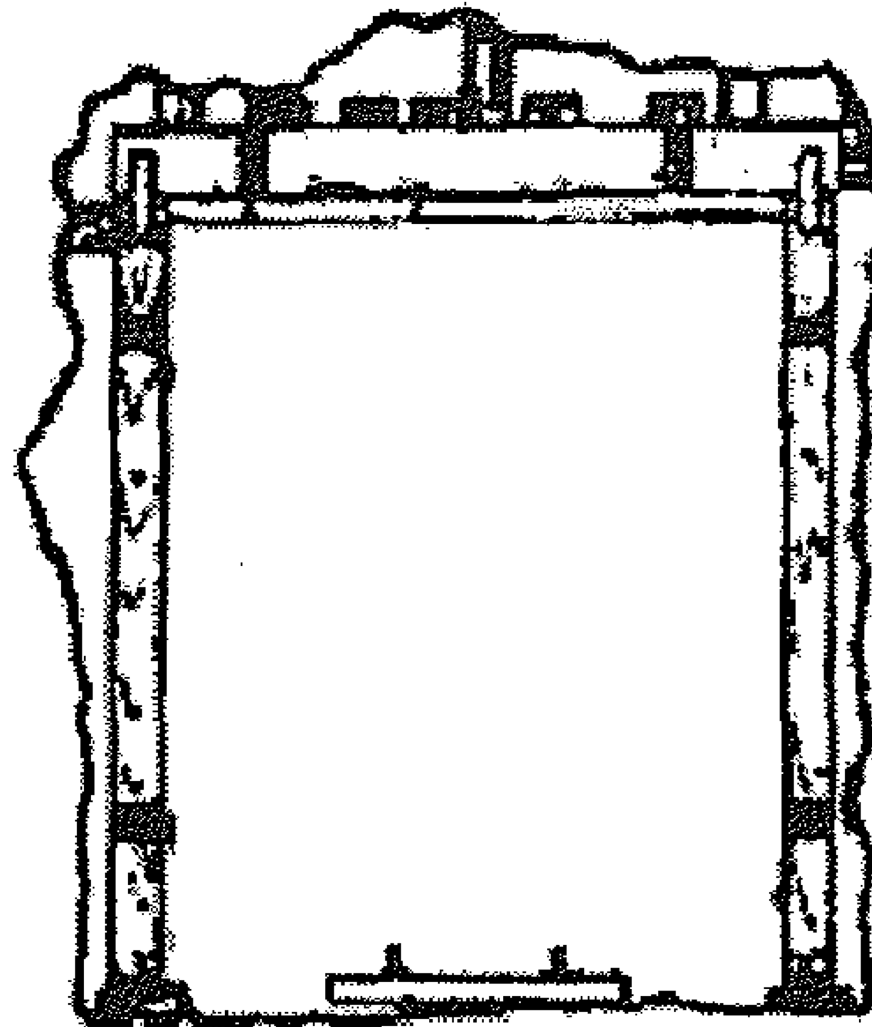


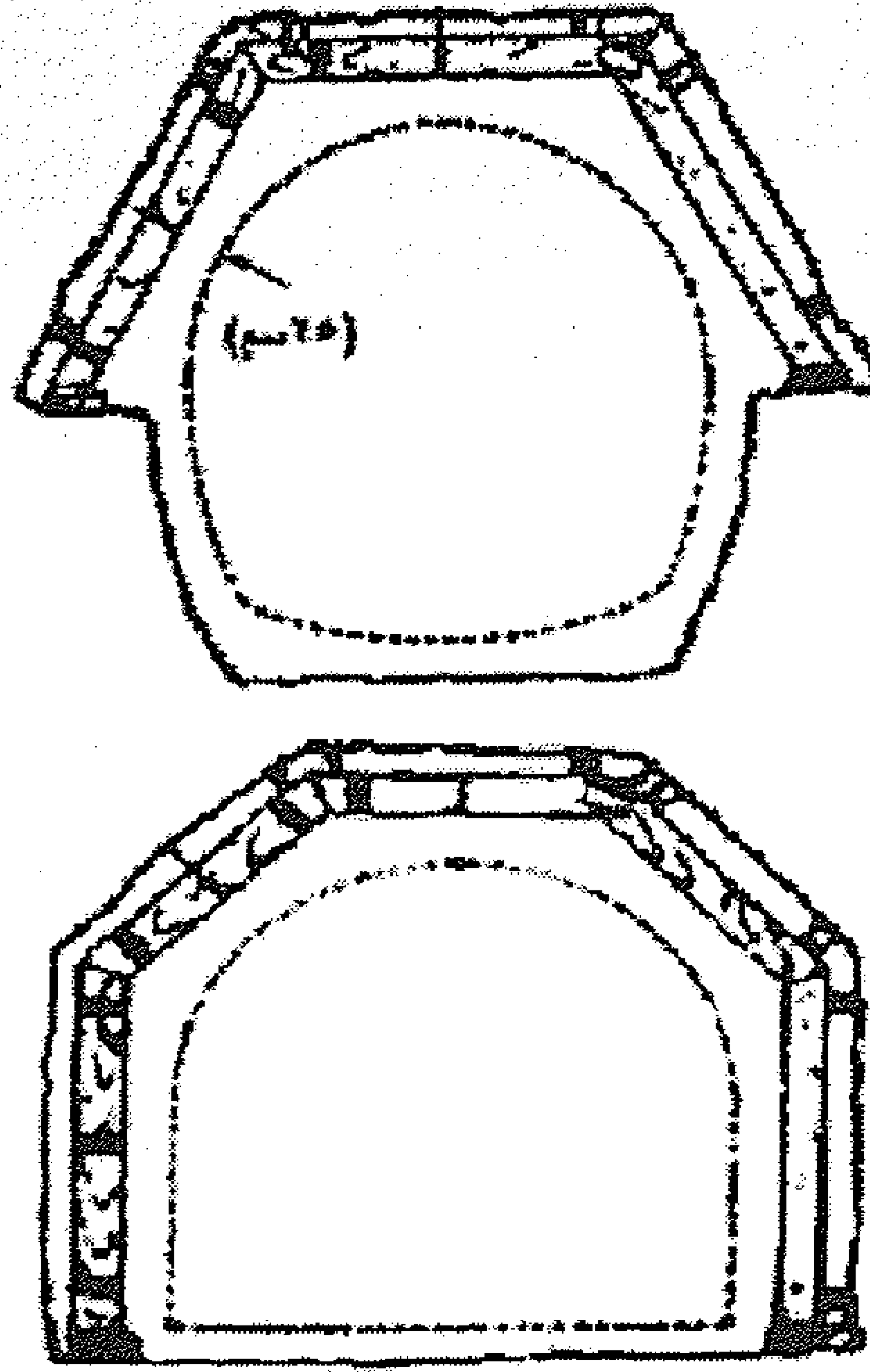
شكل (١١) أستخدام خوابير تثبيت الصخور

الطريقه الخامسة :

التدعيم باستخدام الخشب :

تستخدم هذه الطريقة في حالة الأنفاق الصغيرة و المتوسطة – شكل (١٢) .





شكل (١٢) نماذج من قطاعات الأنفاق - التدعيم بالخشب . الكسوة الخرسانية الداخلية = ٢٥ سم

الطريقة السادسة :

التدعيم باستخدام قطاعات و دعامات حديدية :

تستخدم هذه الدعامات بالطرق الآتية :

١ - أذا كا ن الصخر قوي و متماسك - فأنه يكتفي بوضع الدعامات الحديدية فقط لتكون نقط أرتكاز قوية . و يتم وضع خوابير بين الدعامات و جسم النفق - شكل (١٣) .

٢ - يتم عمل تغطية بالخشب أو ألواح حديدية Lagging بين كل دعامتين و ذلك في حالة الصخور الضعيفة .

٣ - أذا كانت الصخور ضعيفة جدا فأنه يتم تقويتها باستخدام مدفع الخرسانةShot Crete - وهي عبارة عن مضخة تعمل بضغط الهواء و لها مخرج ضيق Nozzle. تستخدم خرسانة ذات زلط صغير الحجم - تندفع هذه الخرسانة بفعل ضغط الهواء لتغطي الشقوق و السطح الداخلي للنفق . و يفضل كسوه جدران النفق بشبكة حديد تسليح قوية Wire Mesh

لــتكون جدارا من الخرسانه المسلحة . و بيان نسبة الخلطة المستخدمة في مدفع الخرسانة كالآتي / ياردة مكعبة :

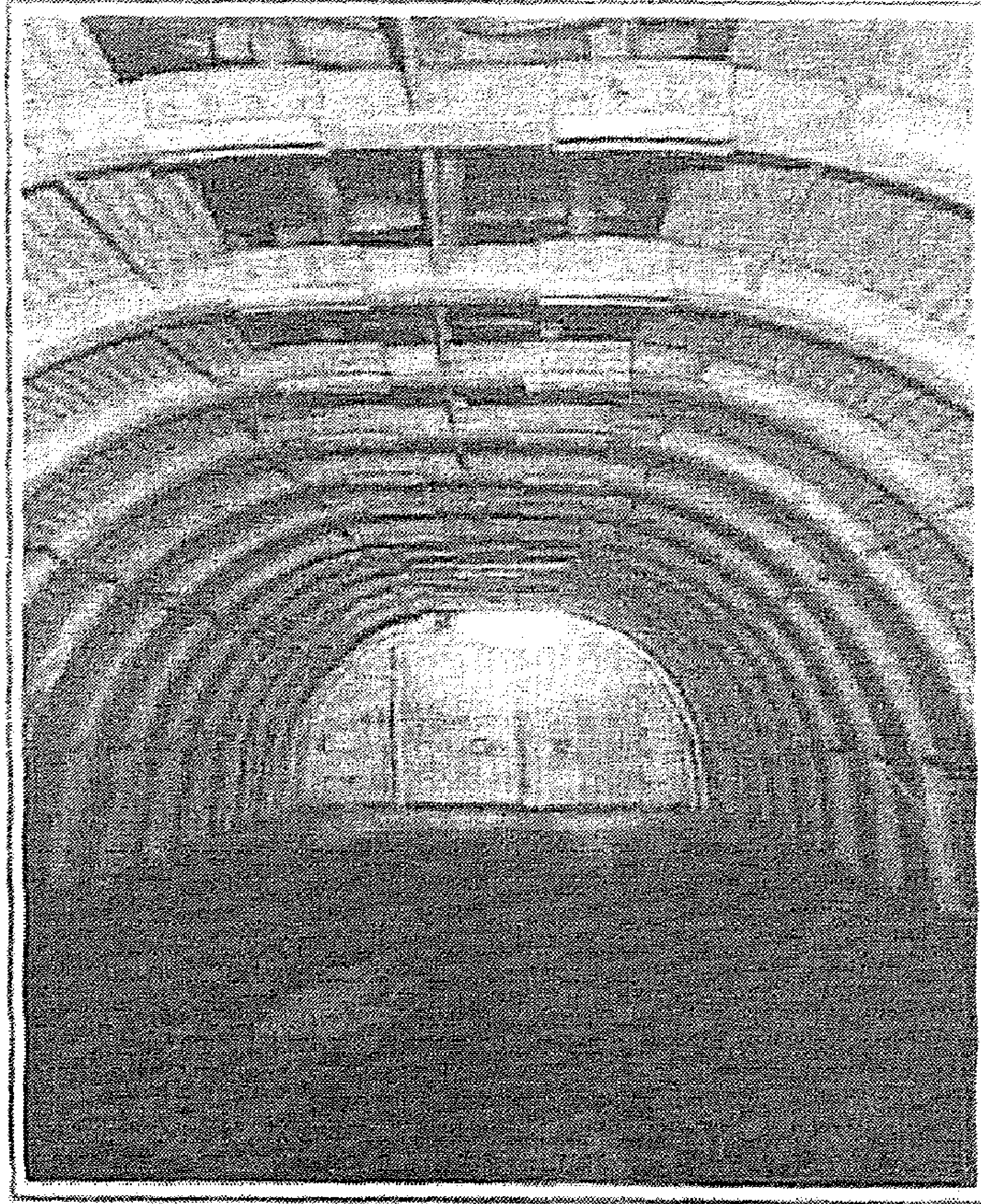
أسمنت =٦٦٠ رطل . رمل = ١٧٩٠ رطل سن ٣/٤" = ١٣٠٠ رطل

أضافات معجله للشك = ٩٠ رطل نسبة المياه / الأسمنت = ٤ : ١

الناتج = ١٠ ياردة مكعبة .

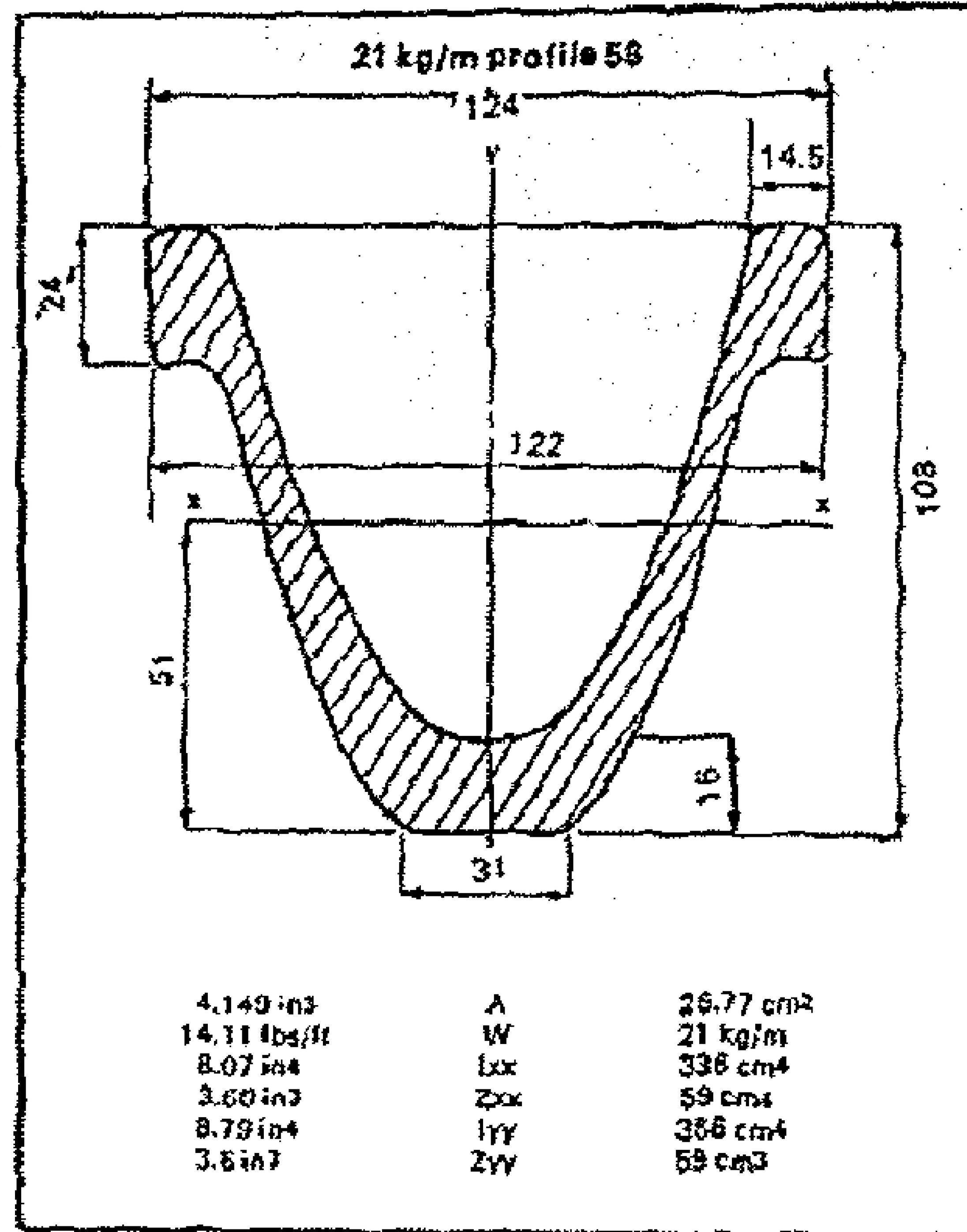
و أحيانا تستخدم الدعامات الحديدية و يملأ الفراغ بينهما باستخدام مدفع الخرسانة بدلا من أستخدام الخشب أو الألواح الحديدية . و يفضل أستخدام هذه الطريقة و التبطــين بالخرسانة في أقرب وقت بعد عملية النسف و الأزالة حتي تزيد من ضمان و حماية و أمان العمال القائمين بنقل ناتج الحفر .

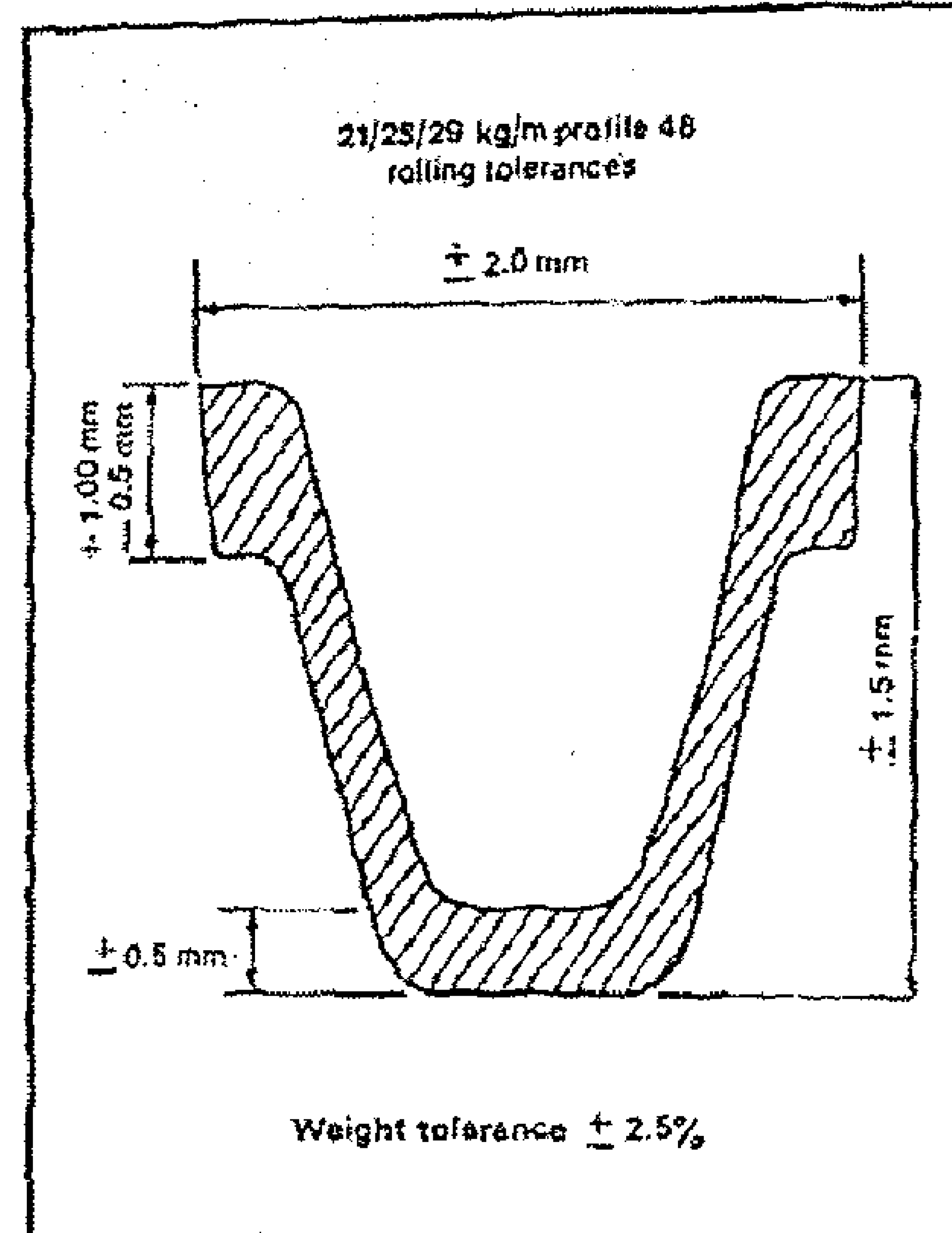
Underground Roadway Supports

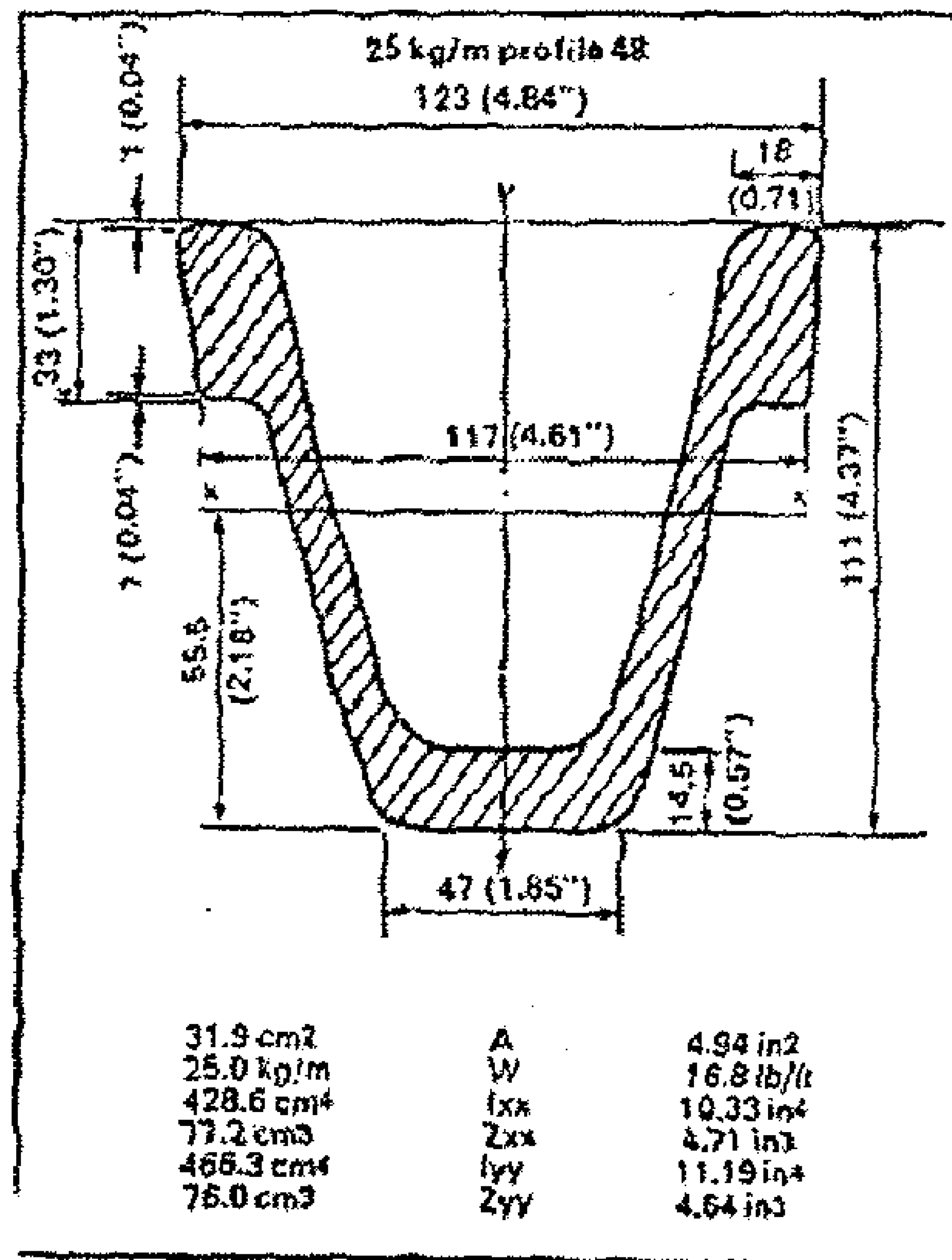


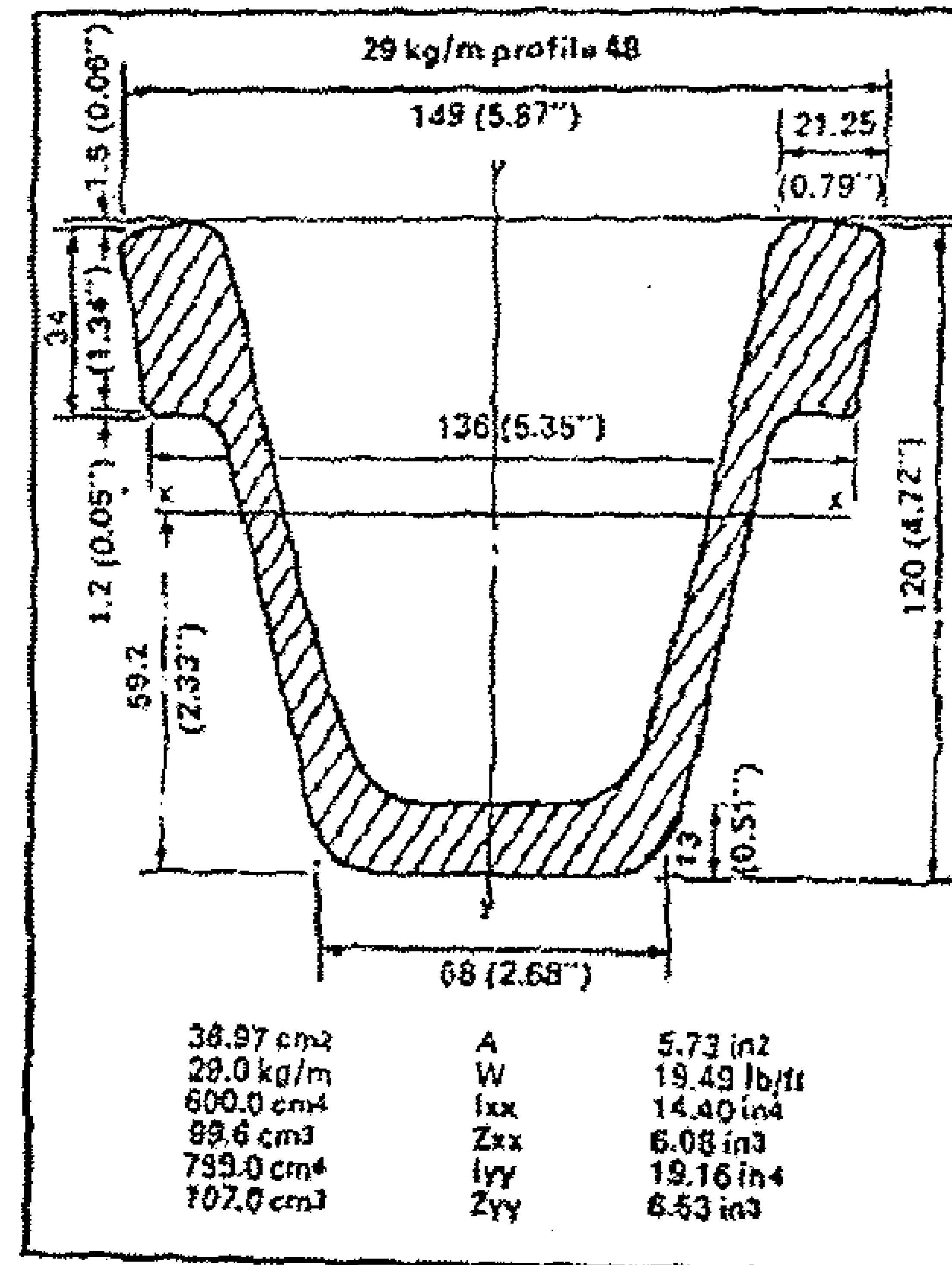
شكل (١٣) صلب جوانب النفق بقطاعات معدنية

Telescopic Steel Arches

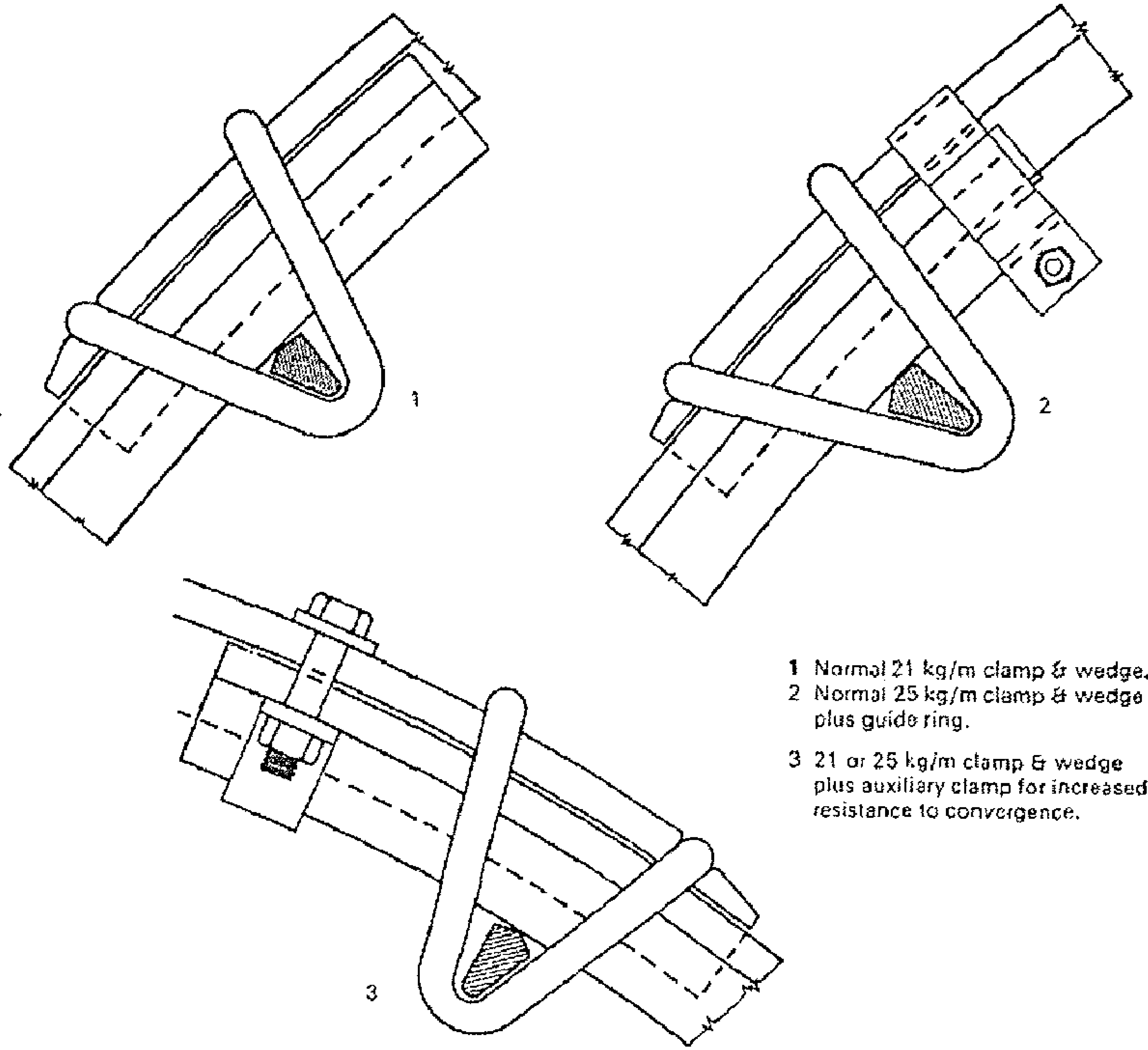




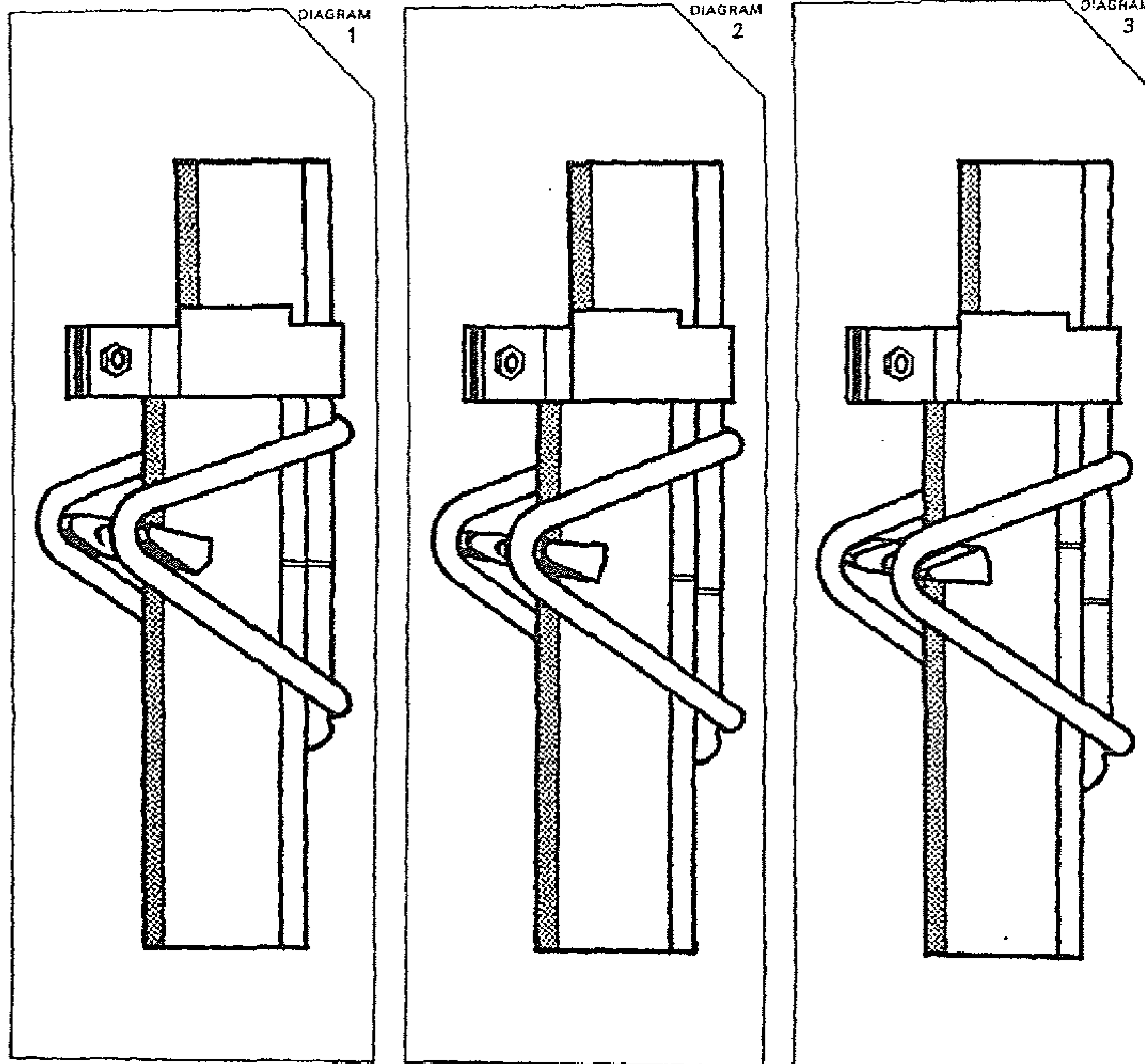




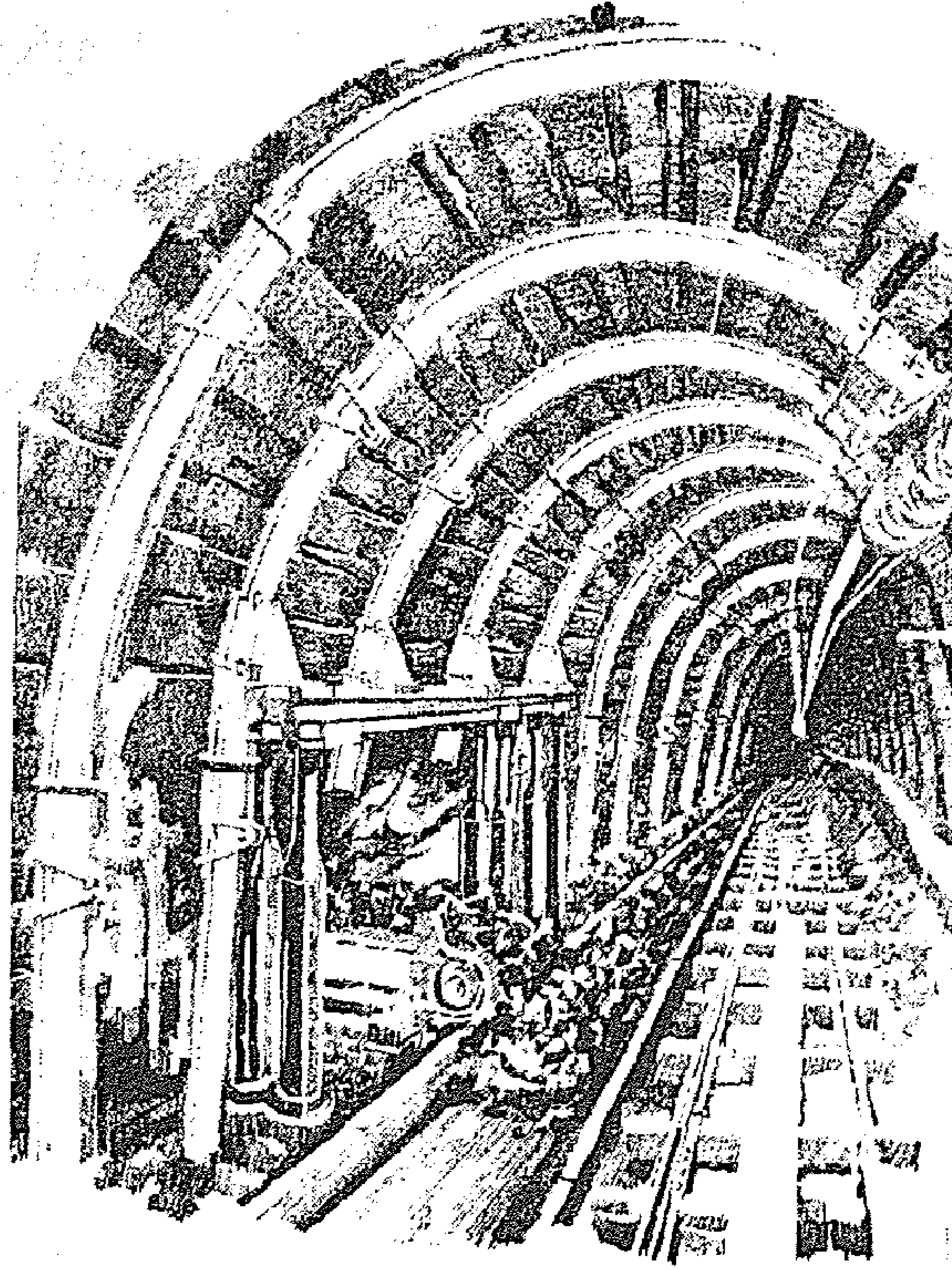
Telescopic Steel Arches قطاعات تليسكوبية مصنعة لصلب الأنفاق



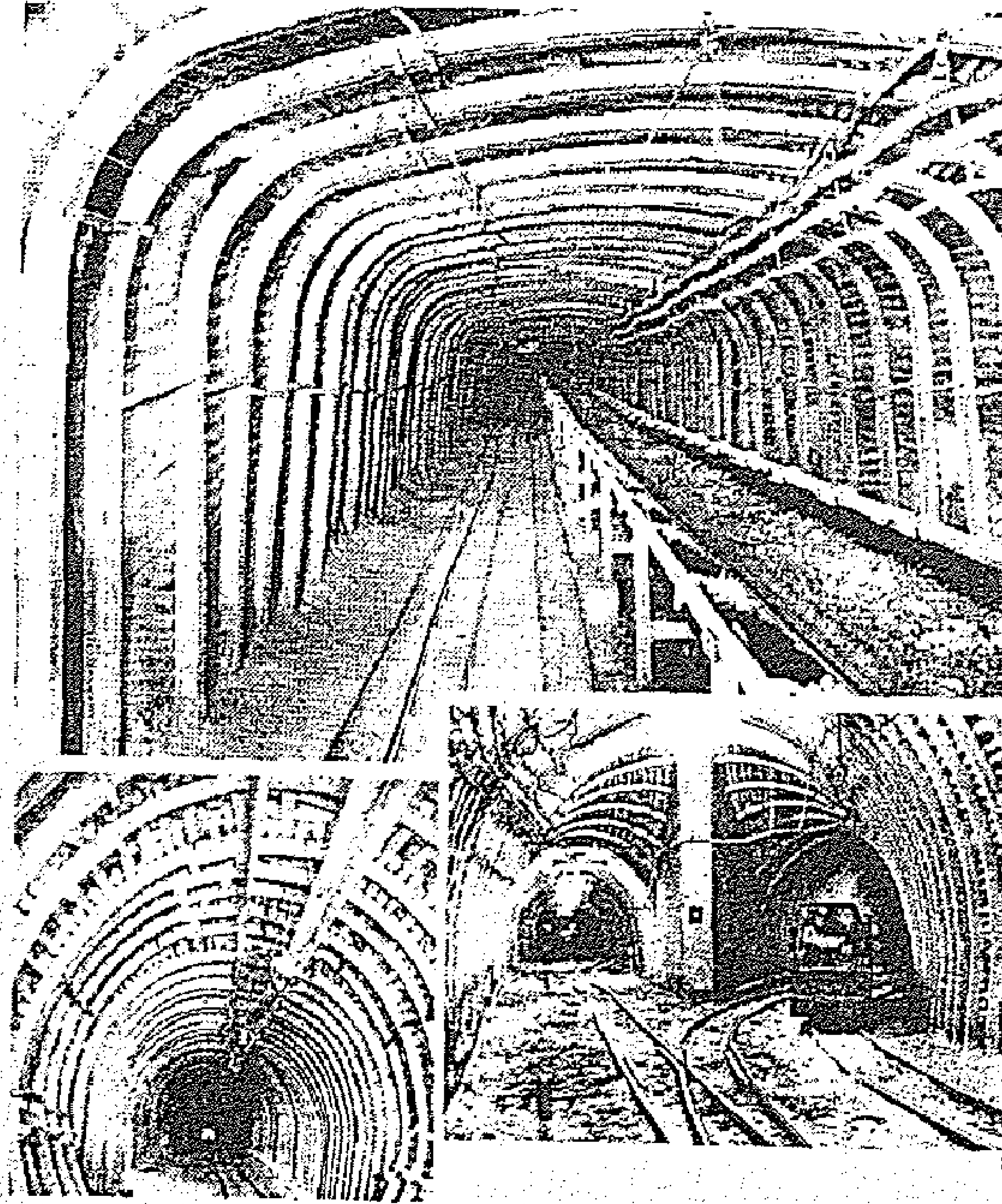
وسائل أتصال الأعضاء الحديدية التليسكوبية



شكل (١٣) رباط الأعضاء بالخوابير والكلبسات



شكل (١٣) قطاع في أحد الأنفاق أثناء التنفيذ ويظهر الشدة الحديدية



شكل (١٣) أمثلة للشدات الحديدية الجاهزة بالأنفاق

تصميمات وأنتاج : هيئة الحديد البريطانية British Steel Corporation

طرق الحفر الميكانيكية :

هذه الطريقه تناسب الصخور الرسوبية و التي لا تتجاوز صلادتها ١٢٥ كجم/ سم٢، و هي غير مناسبة للحفر في طبقات الصخور النارية . و يعتمد معدل الحفر علي صلادة الصخر . تمتاز هذه الطريقة بأنها تقوم بتوفير الأمان للعاملين في المشروع كما أنها توفر سرعة في الأداء و تقلل كميات الحفر الزائده عن القطاع المطلوب و بالتالي توفر كميات الخرسانة اللازمه للتبطين .

و تنقسم طرق الحفر الميكانيكية الي قسمين رئيسين :

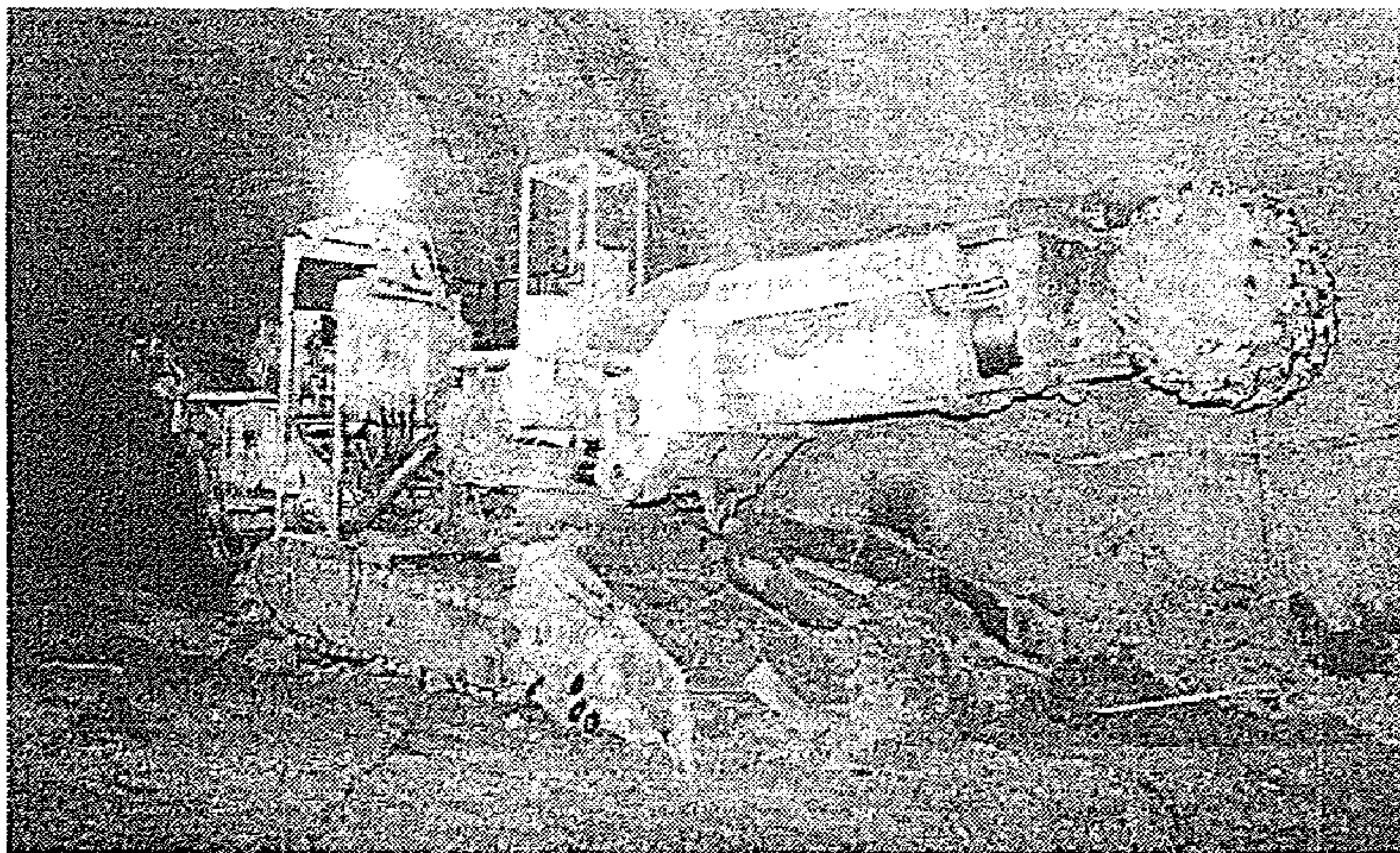
١ - طريقه المعدات .

٢ - طريقه الدرع .

أولا : طريقه المعدات

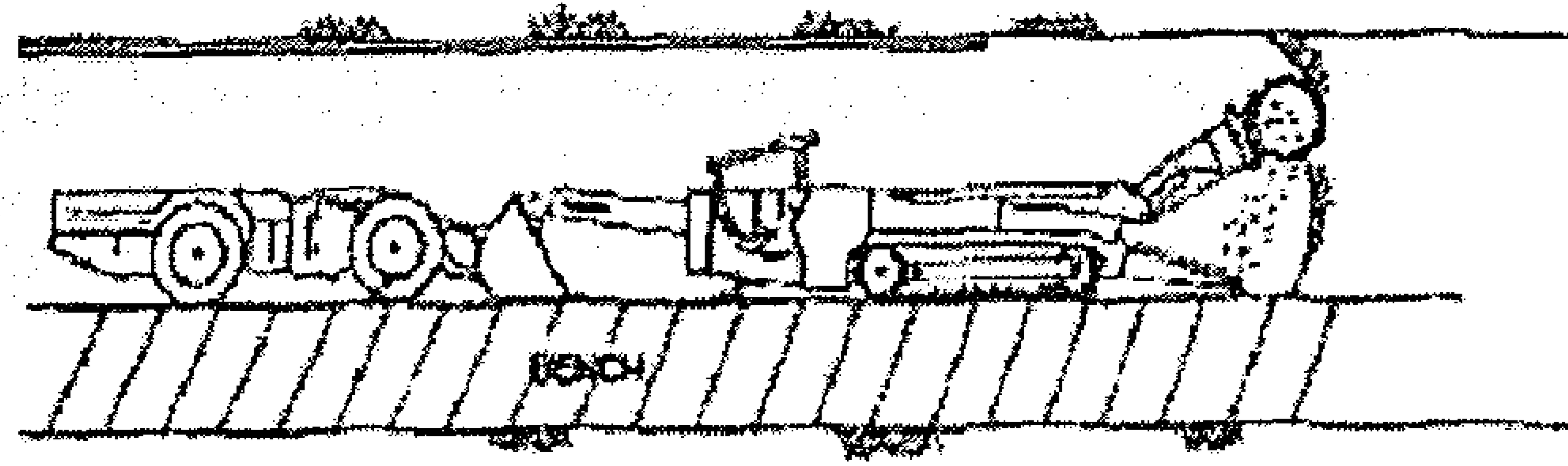
هذه الطريقة مناسبة للحفر في الصخور الضعيفة و المتوسطة - و المعدة عبارة عن ماكينة علي كاوتش أو مجنزرة - لها ذراع أمامي في نهايته كرة معدنيه مثبت بها أسنان قاطعة تتحرك دائريا. يتحرك الذراع في جميع الأتجاهات حسب الطلب . وعادة تزود هذه الماكينة بسير ناقل للأتربة Belt Conveyor - شكل (١٤) .

علي أن هذا النوع من المعدات يتطلب مساحة واسعة نسبيا وبدون أي تدعيم أو صلبات للنفق أو عوائق .

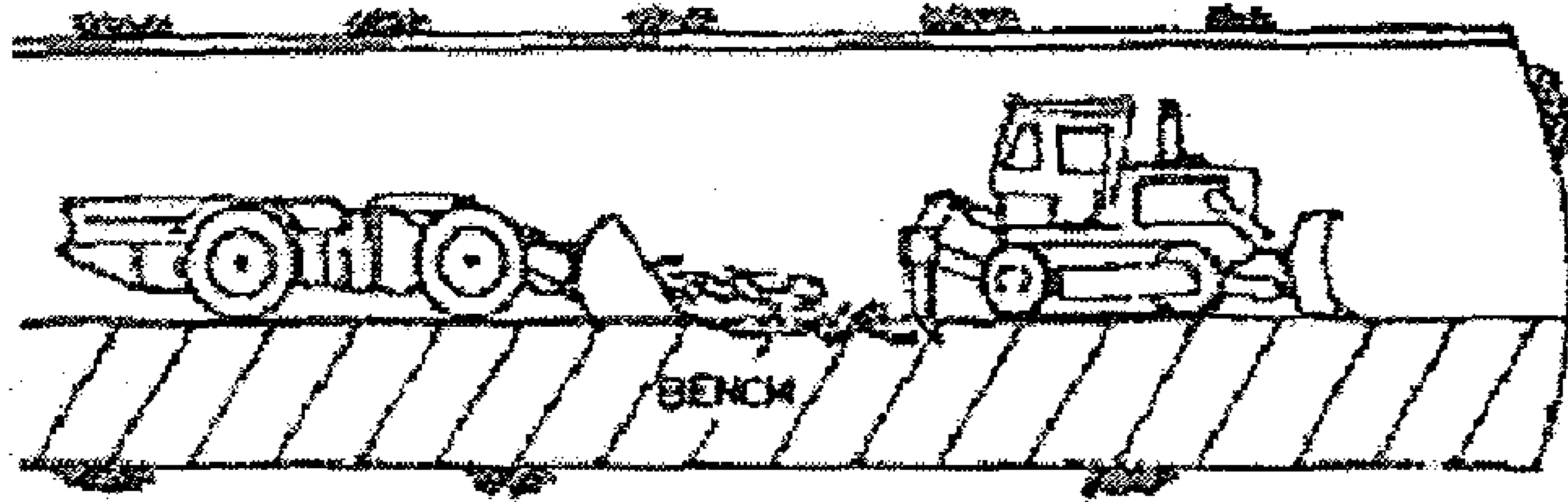


شكل (١٤) حفارة الصخور - تتراوح الوزن من ١٥ - ١٣٠ طن والقدرة ٤٠ - ٤٥٠ كيلووات .

وعادة تزود هذه المعدة بسير ناقل لنواتج الحفر الي عربات الديكوفيل



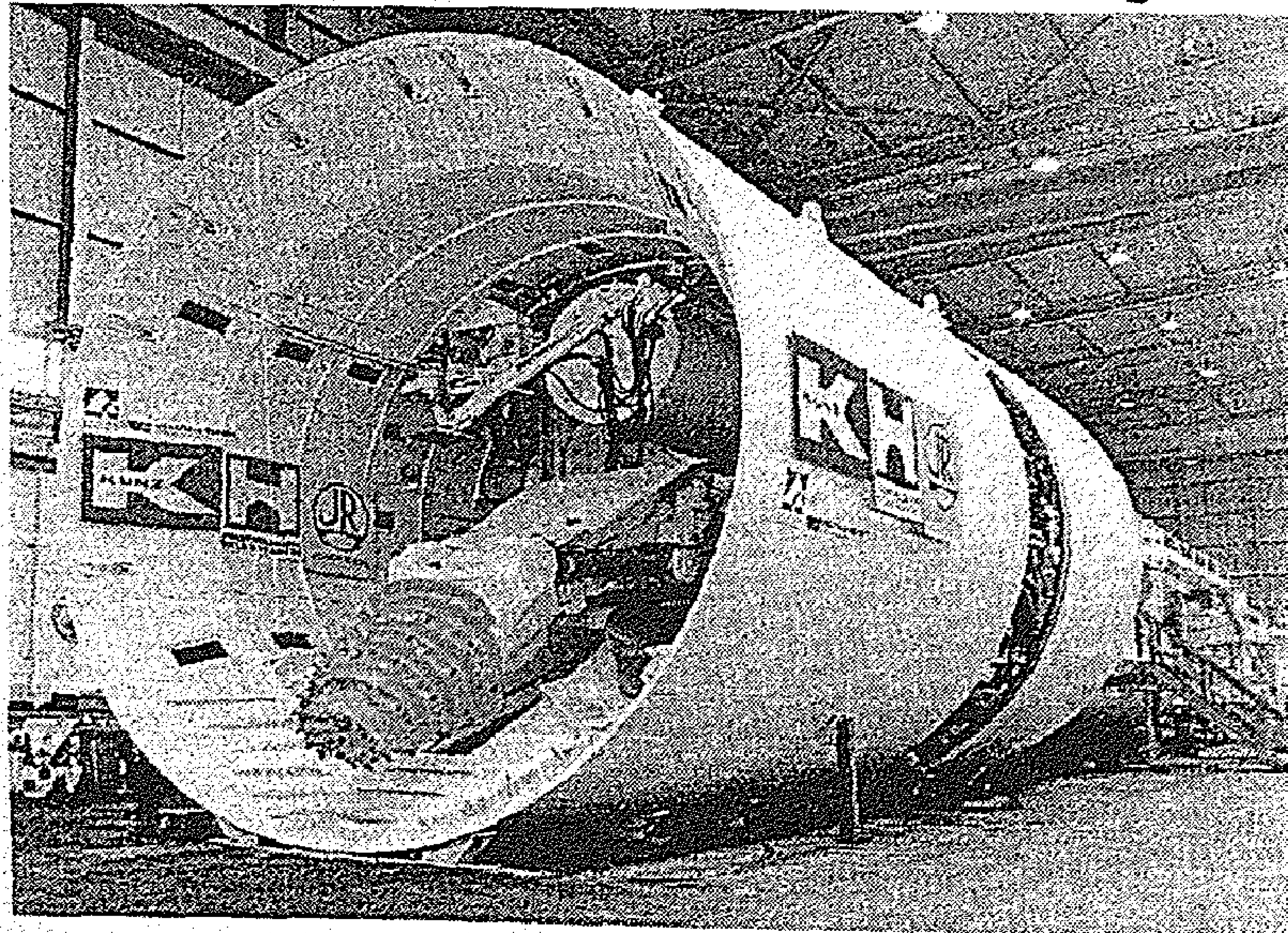
حفارة الصخور مع معدة دافعة Pusher لزيادة الضغط علي الأرض الصخرية



شكل (١٤) أزالة نواتج حفر الصخور – حرث وتفكيك الأرض بالبلدوزر ثم أعادة تجميعها وتحميلها

ثانيا : طريقة الدرع :

تستخدم هذه الطريقة في الأنفاق الدائرية . يزود الدرع بمروحة أمامية دوارة و أسنان قويه تقوم بتحطيم الصخور . هذه الأسنان تكون من مادة عالية المقاومة جدا و نكون الماكينه مزودة بسير ناقل لنقل ناتج التكسير من واجهة النفق الي العربات الناقلة (الديكوفيل) و التي تسير علي قضبان معدنية لنقل نواتج التكسير الي خارج النفق . كما ينبغي أن يكون هناك مصدرا للمياه أمام المروحة و الأسنان للقيام بعمليه التبريد و تقليل الغبار الناتج من عملية التكسير – شكل (١٥) .



شكل (١٥) الحفارة داخل الدرع

ص – وضع حديد الـــتسليح للنفق الصخري و صب خرسانة الـــتبطين :

تبطن الأنفاق بأحدي الطرق الآتية :

١ – تبطين بالخرسانة .

٢ – تبطين باستخدام مدفع الخرسانة .

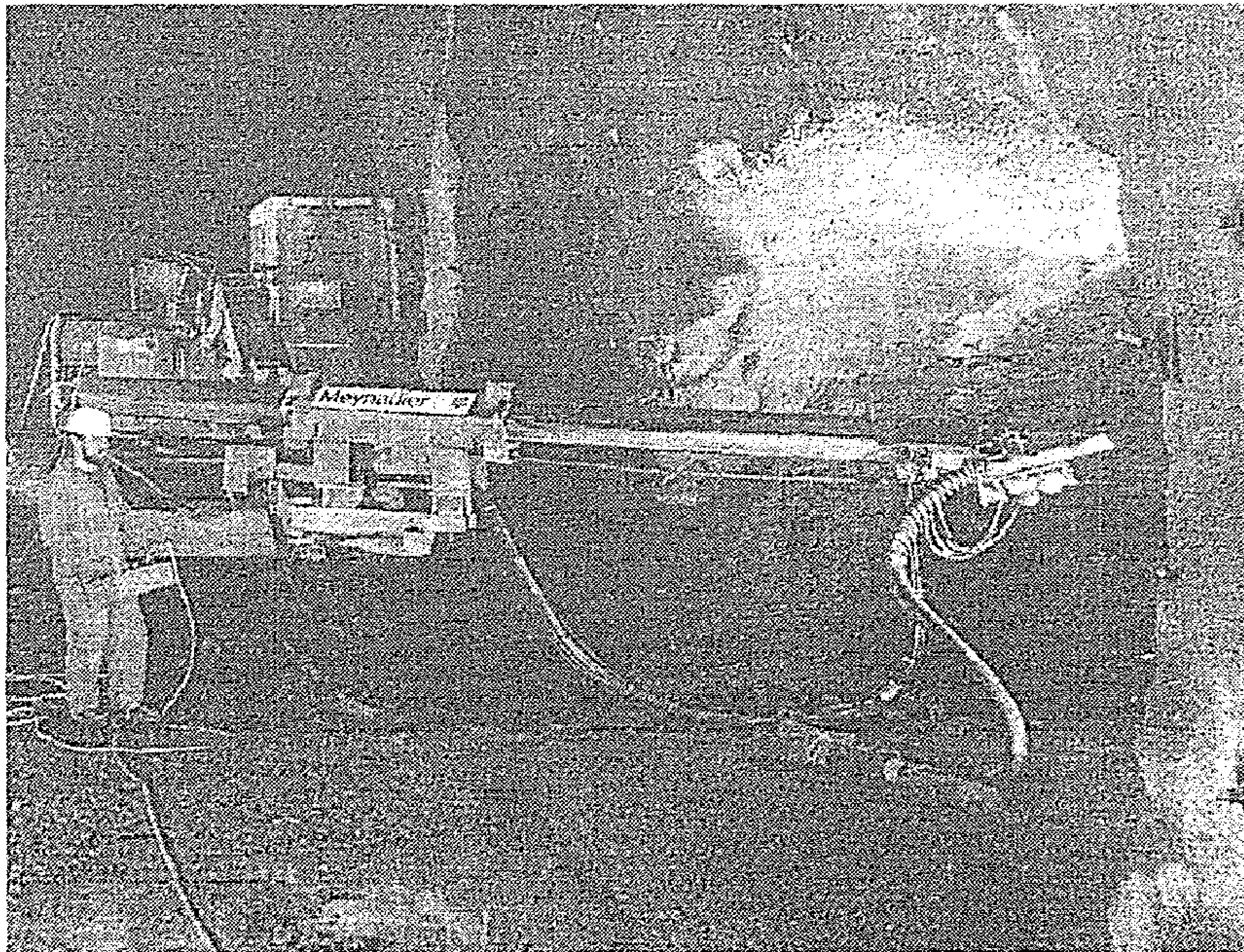
٣ – باستخدام رقائق البوليفينيل كلورايد PVC – تستخدم هذه الرقائق في الأنفاق المنفذة بالحفر المكشوف وكذلك الأنفاق الصخرية فقط .

١ – تبطين بالخرسانة :

تستخدم الفرم المعدنيه سهلة الفك والتركيب لصب الخرسانات وتبطين النفق .

٢ – تبطين باستخدام مدفع الخرسانة :

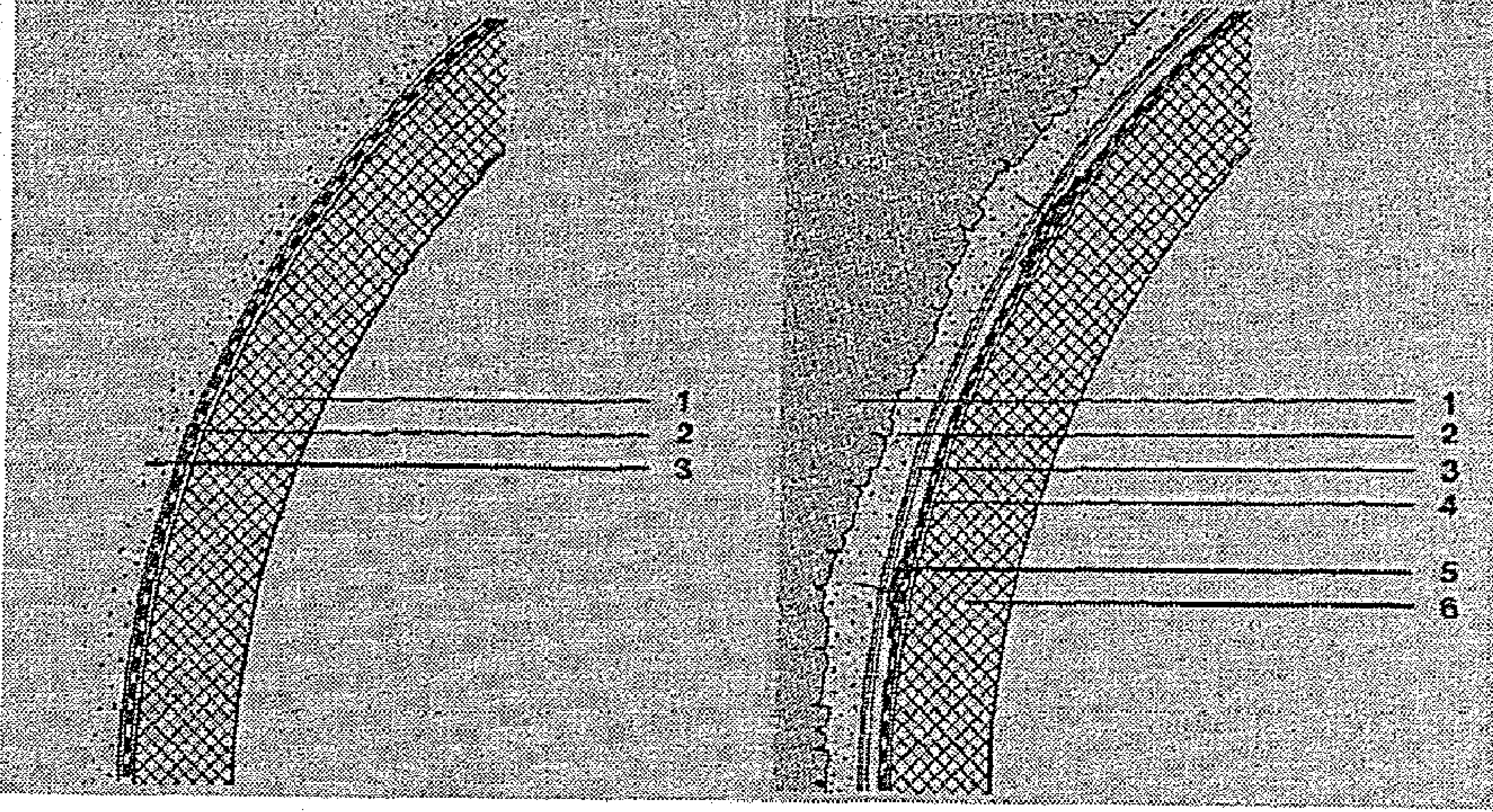
يتم تركيب شبكة من حديد التسليح مع تثبيتها في المحيط الصخري للنفق و علي أن تكون في الموضع الصحيح . تدفع الخرسانة من خلال مـــدفع الخرســـانة و بالخلطة الخرسانية الخاصة علي الجوانب الصخريه . توضع شبكة حديد تـــسليح قوية و علي أن يكون سمك التبطين ٢٠ – ٣٠ سم – شكل (١٦) .



شكل (١٦) آلة قذف الخرسانة لتبطين النفق

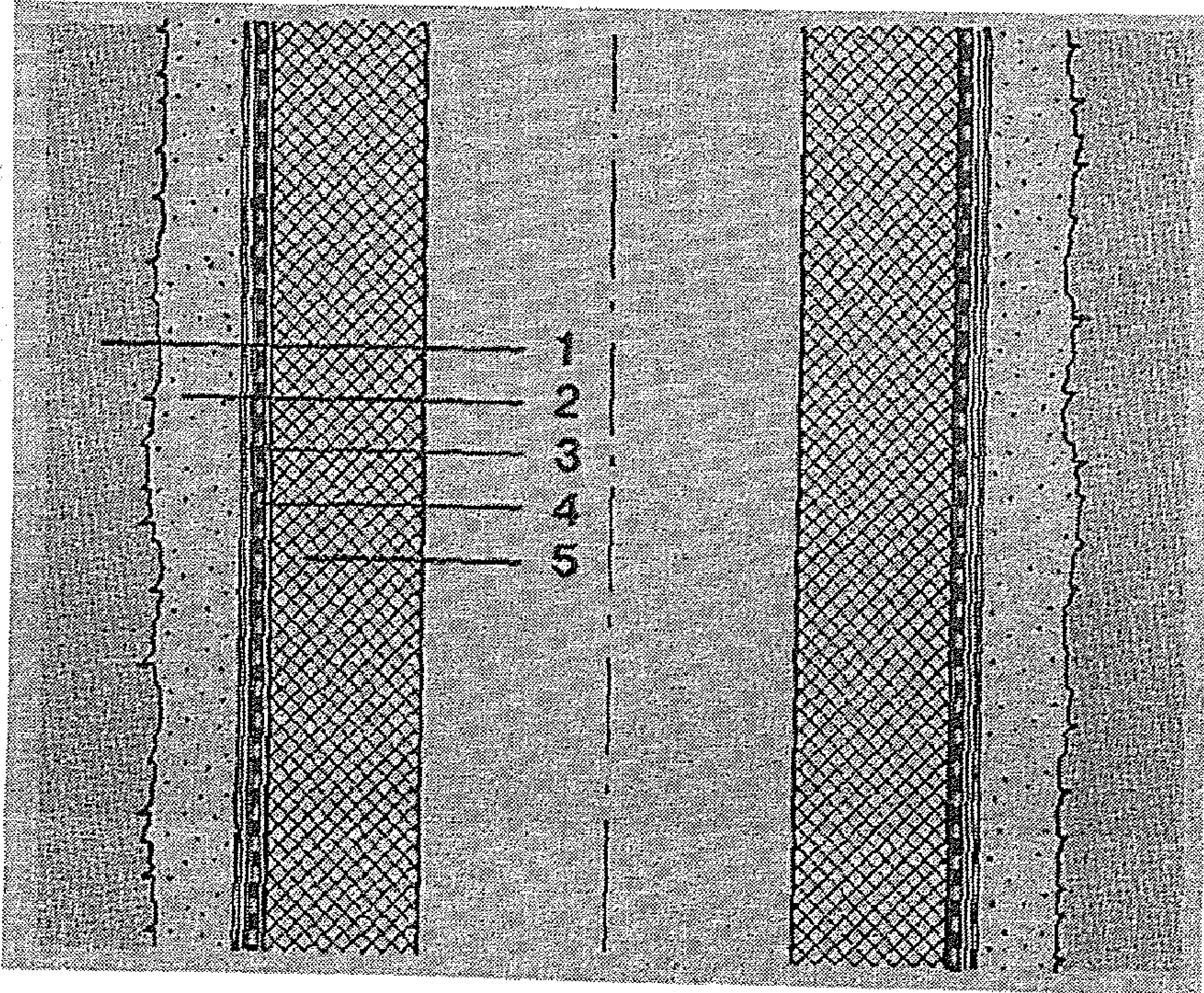
٣ – التبطين برقائق البوليفينيل كلورايد :

يمكن طلب المقاسات المناسبة للعمل وكذلك سمك الرقائق ، وعادة يكون السمك ٢ مم . يمكن أن تكون تلك الرقائق مقاومة للحريق – شكل (١٧) . يتم لحام ألواح البوليفينيل كلورايد باللحام بآلة دفع الهواء الساخن .

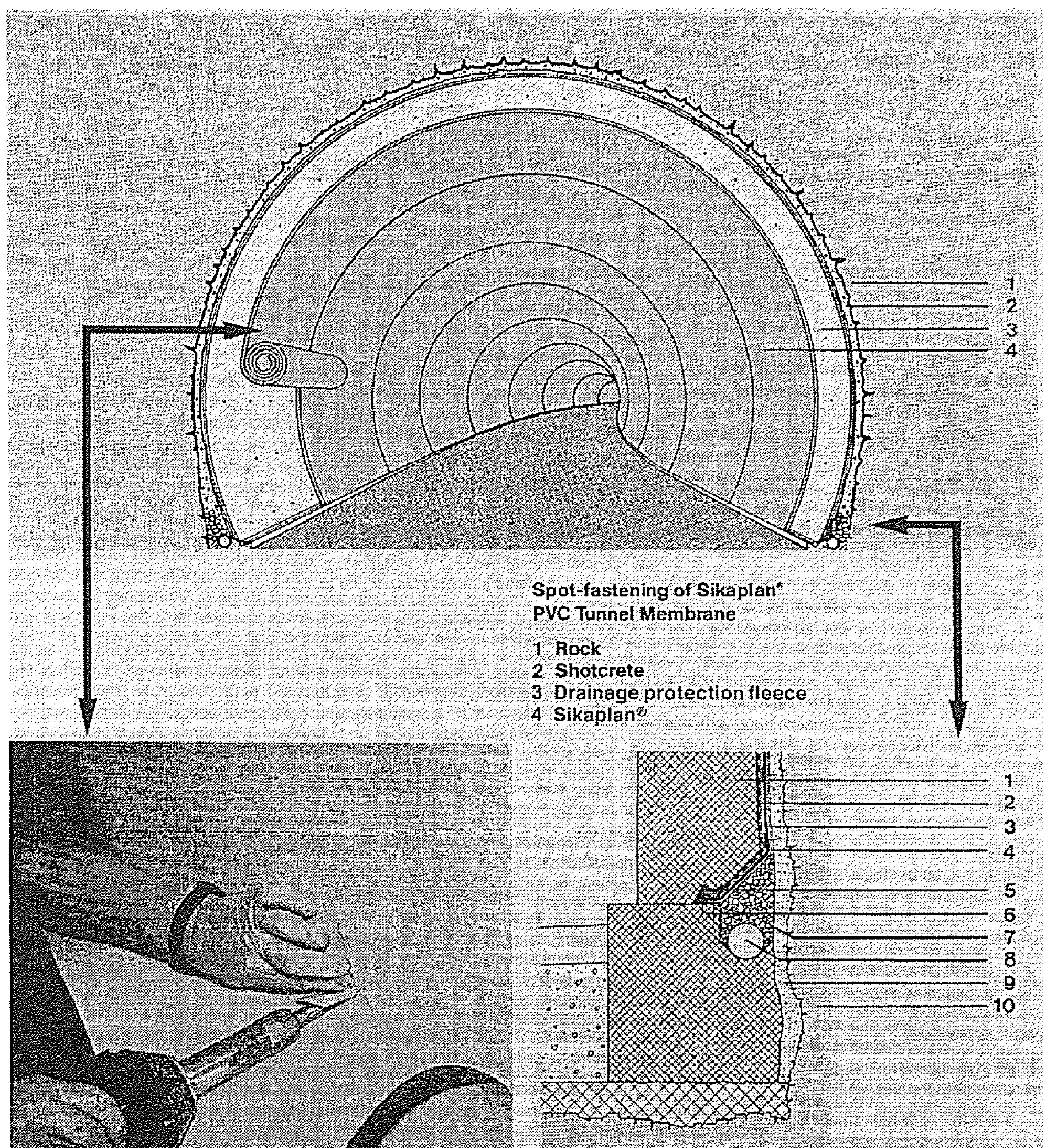


شكل (١٧) العزل بواسطة رقائق البولي فينيل كلوريد لجوانب النفق المنشأ في الصخر

Shaft

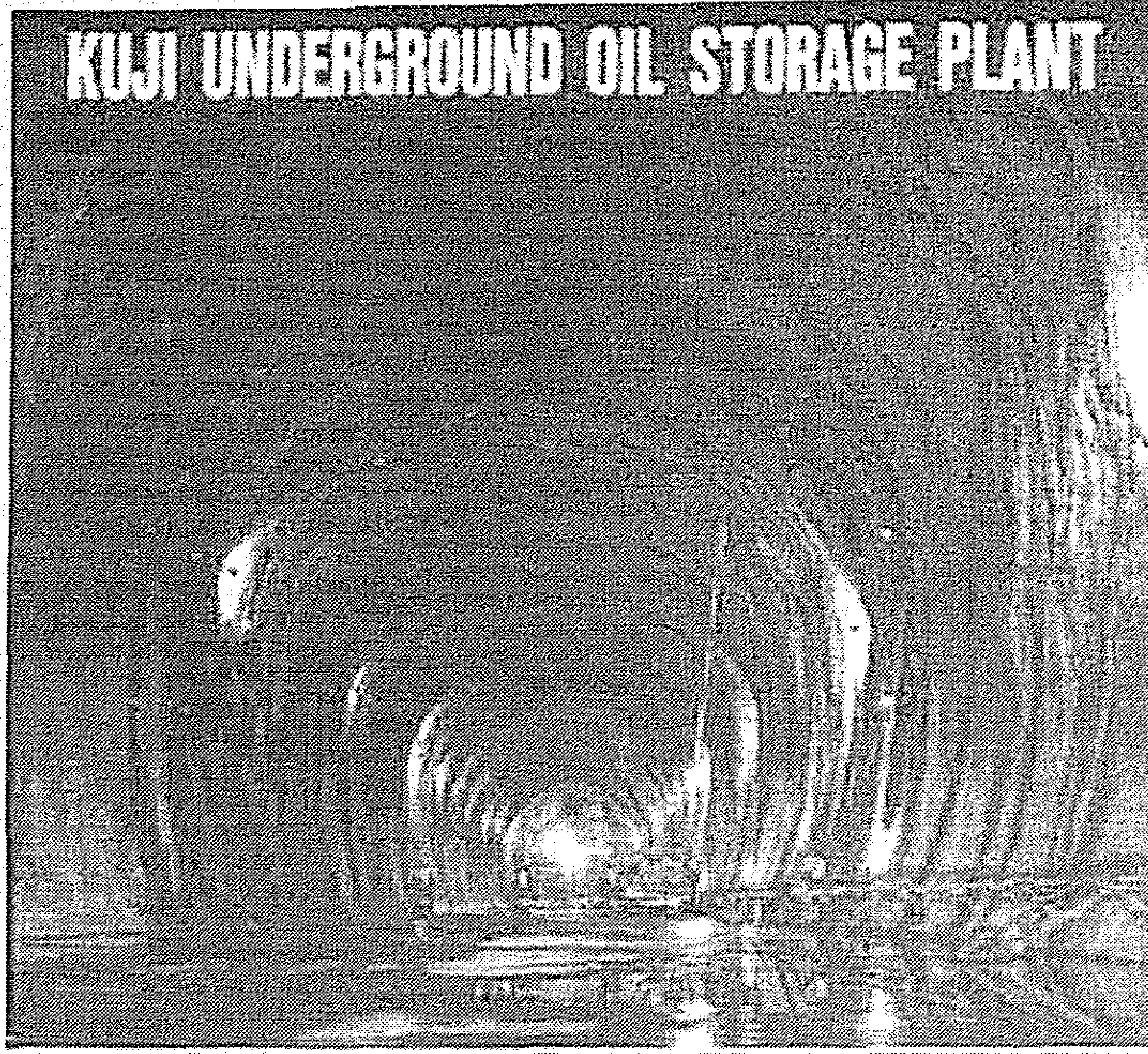


عزل البيارات الموجودة علي النفق برقائق PVC



شكل (١٧) عزل الأنفاق – يتم لحام ألواح البوليفينيل كلورايد باللحام بآلة دفع الهواء الساخن

نموذج لأحد الأنفاق الصخرية : شكل (١٨) .



شكل (١٨)

نفق صخري لأغراض التخزين – اليابان

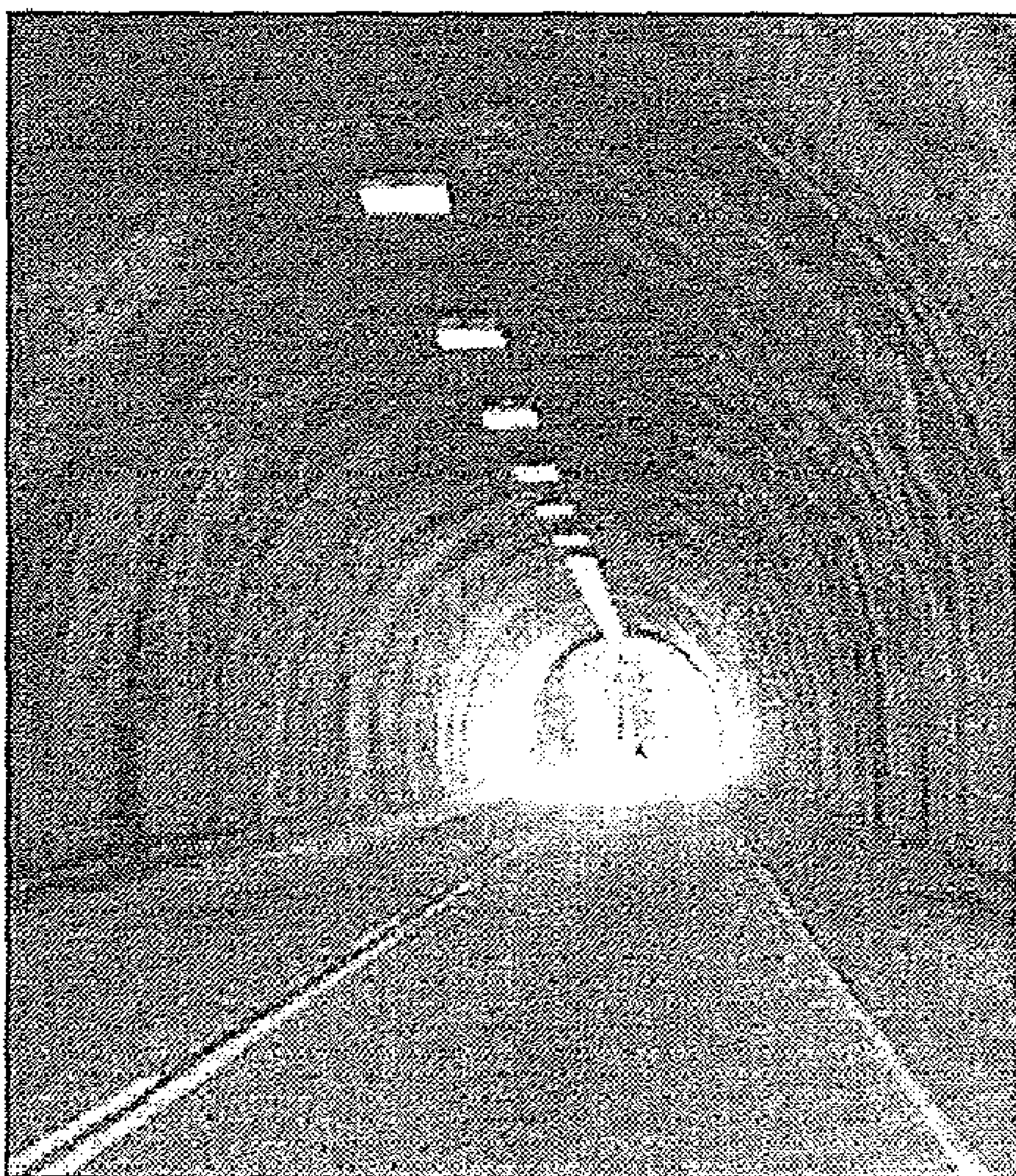
المراجع

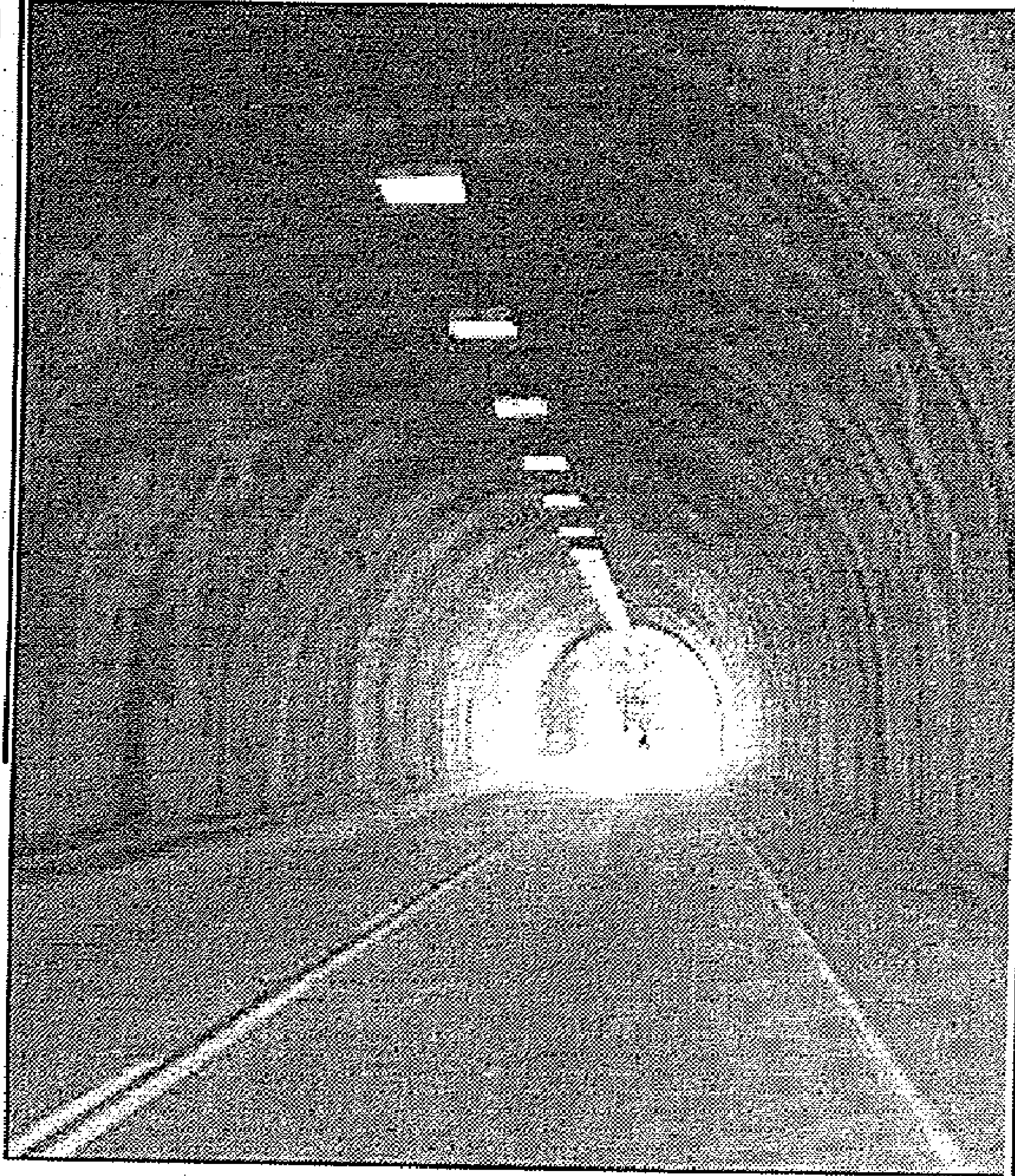
١ – مشروع أنفاق المجاري الرئيسية بالقاهرة الكبري .

٢ – مؤتمر الأنفاق بالقاهرة ١٩٩٤ .

٣ – كتالوجات المصانع .

٤ – معهد التدريب الفني والمهني – شركة المقاولون العرب .





الباب السابع

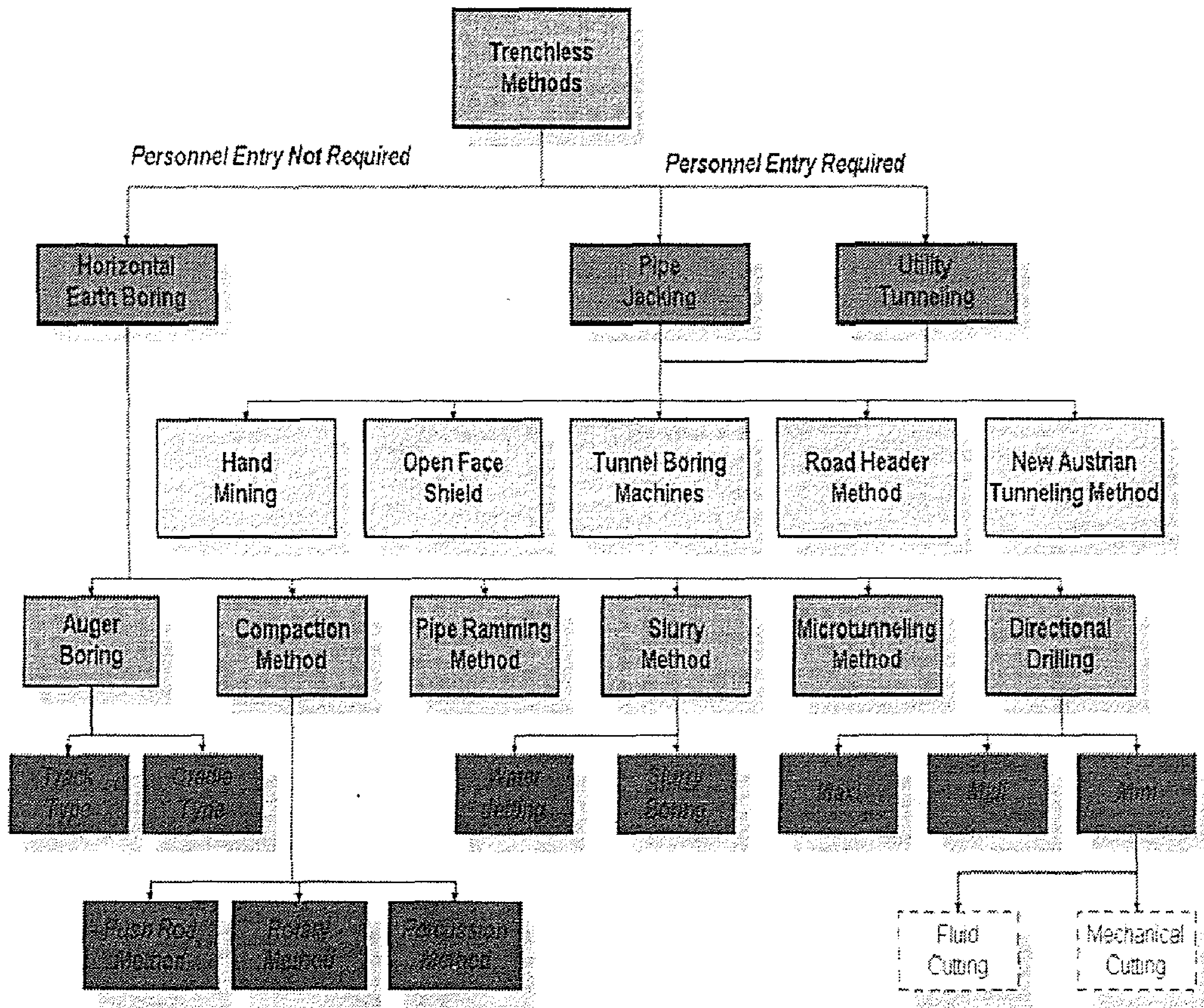
الأنفاق ذات الأقطار الصغيرة
MICRO TUNNELS

الأنفاق ذات الأقطار الصغيرة

MICRO TUNNELS

: Micro Tunnels

تطلق هذه التسمية علي الأنفاق ذات الأقطار ٢٥٠ مم – ٨٠٠ مم حيث يتم الحفر آليا باستخدام Remote Control لتوجيه وتشغيل المعدة فوق سطح الأرض آليا ودون وجود أي من الأفراد داخل النفق نظرا لصغر القطر . ويمكن أختيار المعدة المناسبة للنفق تبعا لظروف الأرض الطبيعية ومواصفات النفق – شكل (١) .



شكل (١) كيفية أختيار المعدة المناسبة

وقد أمتد تنفيذ هذه الأنفاق حتي وصل الي قطر ١٥٠٠ مم بنفس التكنيك . ويمكن توصيف عناصر تنفيذ الأنفاق الي ما يلي :

١ – الماسورة :

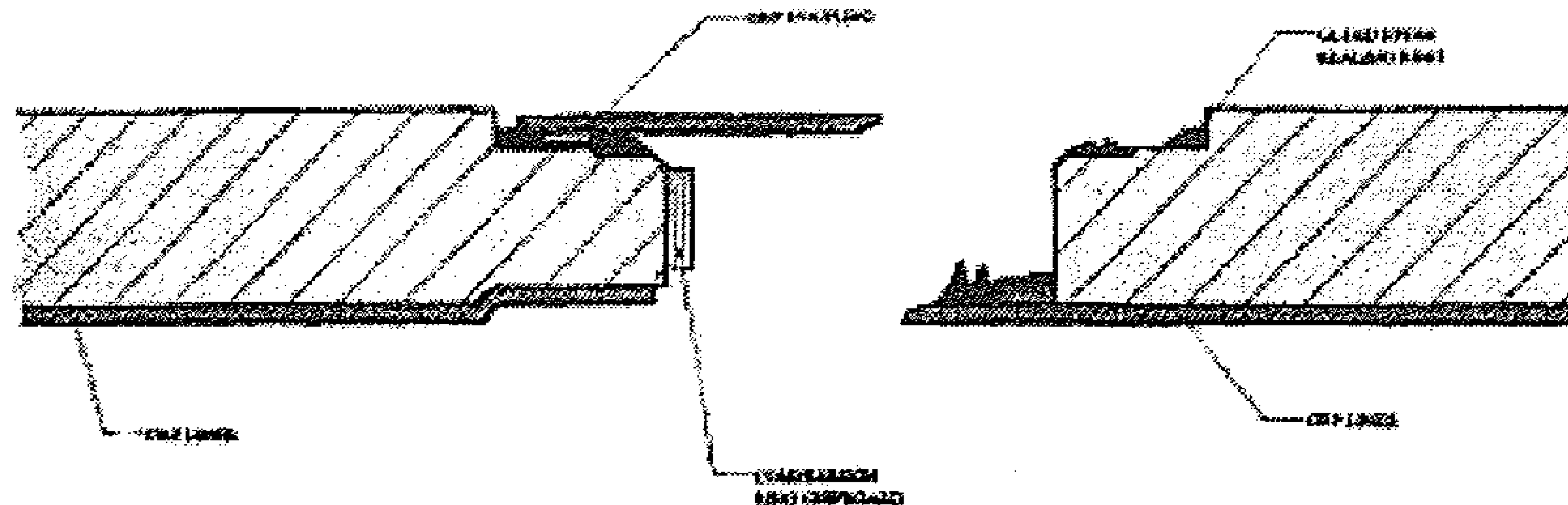
تصنع الماسورة المستحدمة في النفق من البوليستر أو الفخار أو الخرسانة المسلحة أو الزهر المرن أو الخرسانة العادية أو الصلب حسب الحاجة وحسب التصميم وتوفر الماسورة ، كما يصل العمق ١٥ متر بدون أنظمة تخفيض المياه مثل الآبار العميقة أو تثليج التربة أو أستخدام الهواء المضغوط .

أنواع المواسير المستخدمة :

أ) المواسير من الخرسانة البولمرية :

تكون المواسير من الخرسانة البولمرية المغلفة بطبقات من البوليستر من الداخل والخارج ، من النوع ذو الرأس والذيل بسمك يتم تصميمه لمقاومة ضغط الروافع وبطول لا يزيد عن ٣متر . علي أن سمك البدن يحدد من قوة الروافع الهيدروليكية والـــتي يتم تحديدها أيضا من القوة اللازمة لدفع النفق بطول معين ، فمثلا قوه الروافع تكون أكبر في حالة النفق الأطول للـــتغلب علي قوي الأحتكاك بين بدن الماسورة و الـــتربة المحيطة بها وكذلك عمق الماسورة من سطح الأرض حيث يمكن ان تكون الماسورة حتي ١٥ مترا تحت سطح الأرض . تترك مسافة لا تزيد عن ٨ – ١٠ سم من ذيل الماسورة الفيبرجلاس بدون تغليف بالخرسانة شكل (٢) . مواصفات الماسورة – جدول (١)

Poly-Gloss JACKING PIPE



شكل (٢) ماسورة خرسانية بولمرية مغلفة من الداخل والخارج بطبقتين من الفيبرجلاس

جدول (١)

مواصفات الماسورة

القطر (مم)	سمك البدن (مم)	قوة الدفع (طن)	طول الماسورة (مم)	وزن الماسورة (كجم)
٦٠٠	٨٠	٢٠٠	٢٠٠٠	٧١٠
٨٠٠	٨٥	٢٣٠	٢٠٠٠	٩٢٠
١٠٠٠	٩٠	٢٧٠	٣٠٠٠	٢٠٧٥
١٢٠٠	١٢٥	٦١٧	٣٠٠٠	٣٥٠٠
١٥٠٠	١٤٠	٥٨٥	٣٠٠٠	٥٢٠٠
١٦٠٠	١٥٥	١٠١٦	٣٠٠٠	٦٧٥٠

Compressive strength ٨٠ N/mm^2

Modulus of elasticity ٢٨ Kn/MM^2

Tensile strength ١٠ N/mm^2

Ring bending strength ٢٠ N/mm^2

Ring Fatigue strength ١٨ N/mm^2

Abrasion resistance ٠,٢ mm / 1000 load cycles

Thermal expansion ٢٠ × ١٠^٦ / c

تستخدم هذه المواسير بكفاءة في أعمال الصرف الصحي والصناعي(مواسير انحدار)، كما تستخدم كمواسير ضغط في نقل مياه الشرب أو الصرف الصحي حتى ضغط ٢٠ ض . ج و بقطر حتى ٢٠٠٠ مم وطول ٦ متر .

ملاحظة :

هذه المواسير تصنع لأغراض :

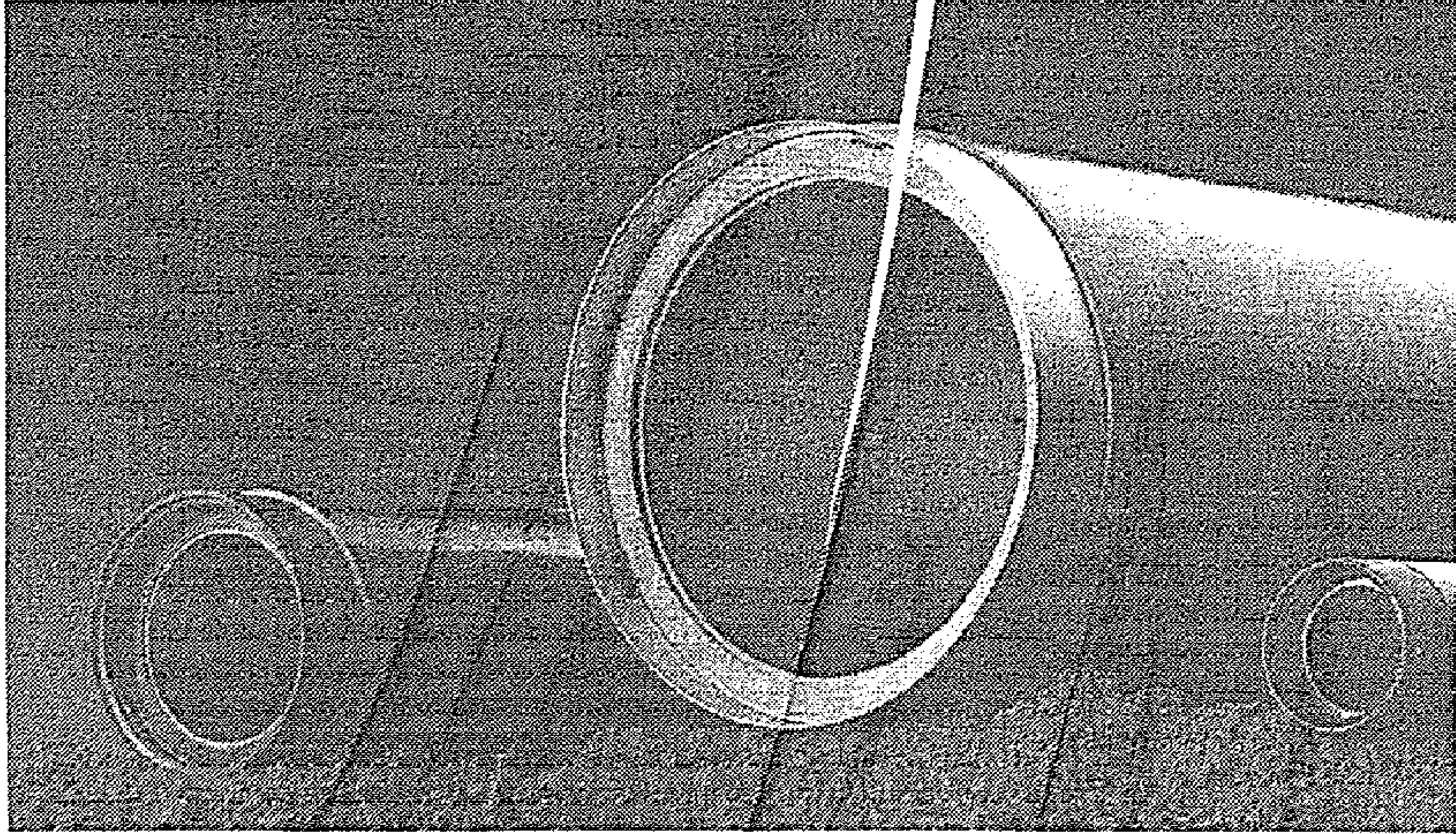
١ – صرف المخلفات الصحية (مواسير أنحدار) .

٢ – صرف المخلفات الصحية والصناعية (مواسير أنحدار) .

٣ - تعمل كمواسير ضغط Pressure Pipes .

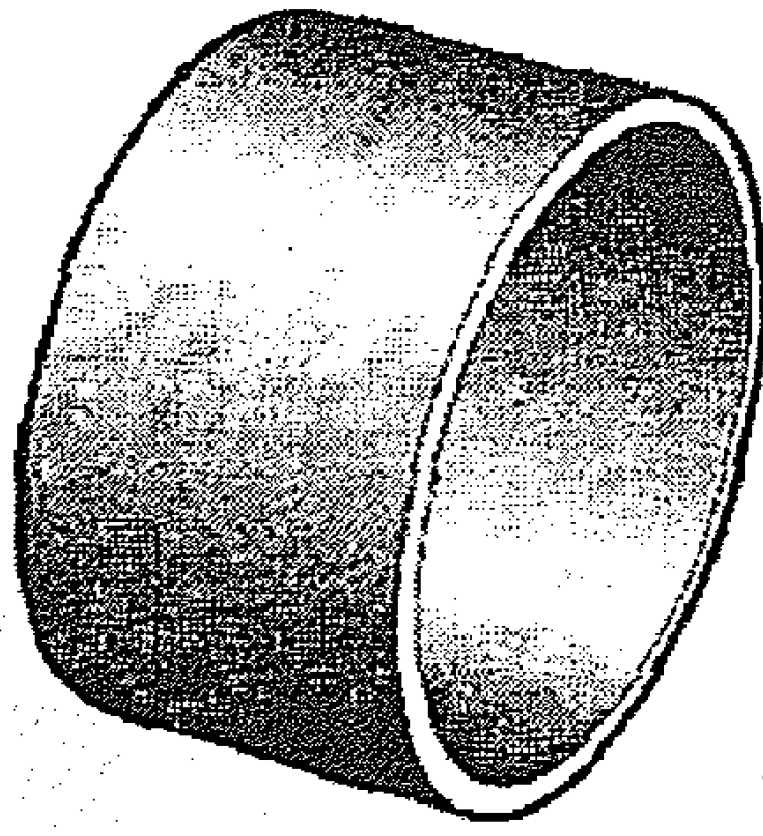
ب - المواسير الفخار :

شكل (٣) :

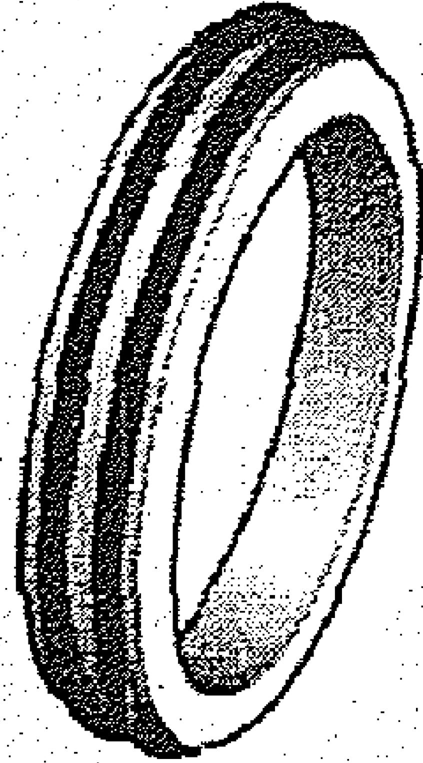


شكل (٣) مواسير فخار مصنعة للدفع الهيدروليكي

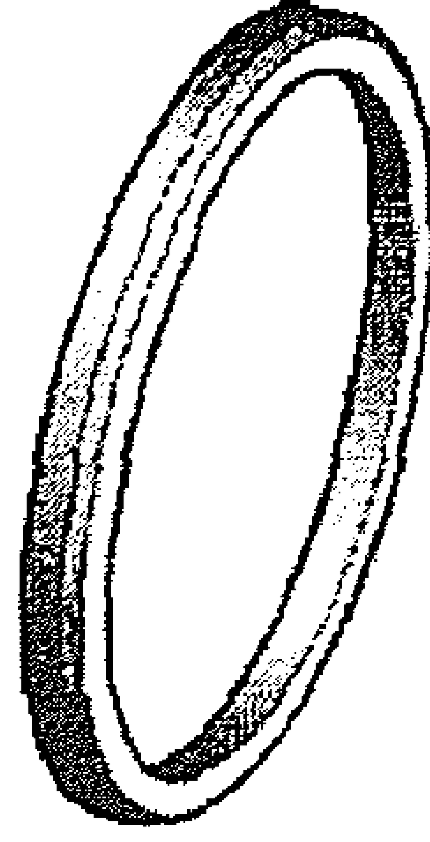
Joint component



الطوق الخارجي من معدن ستينلس ستيل



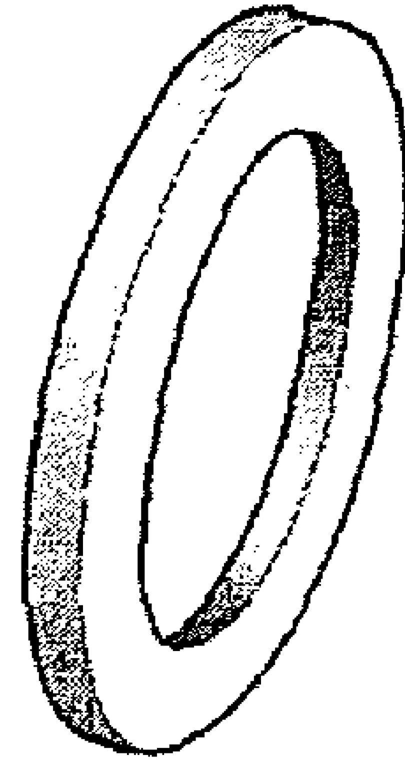
حلقة دائرية مانعة للمياه - مصنعة من المطاط



Filler Rings

حلقة مالئة – مصنعة من المطاط

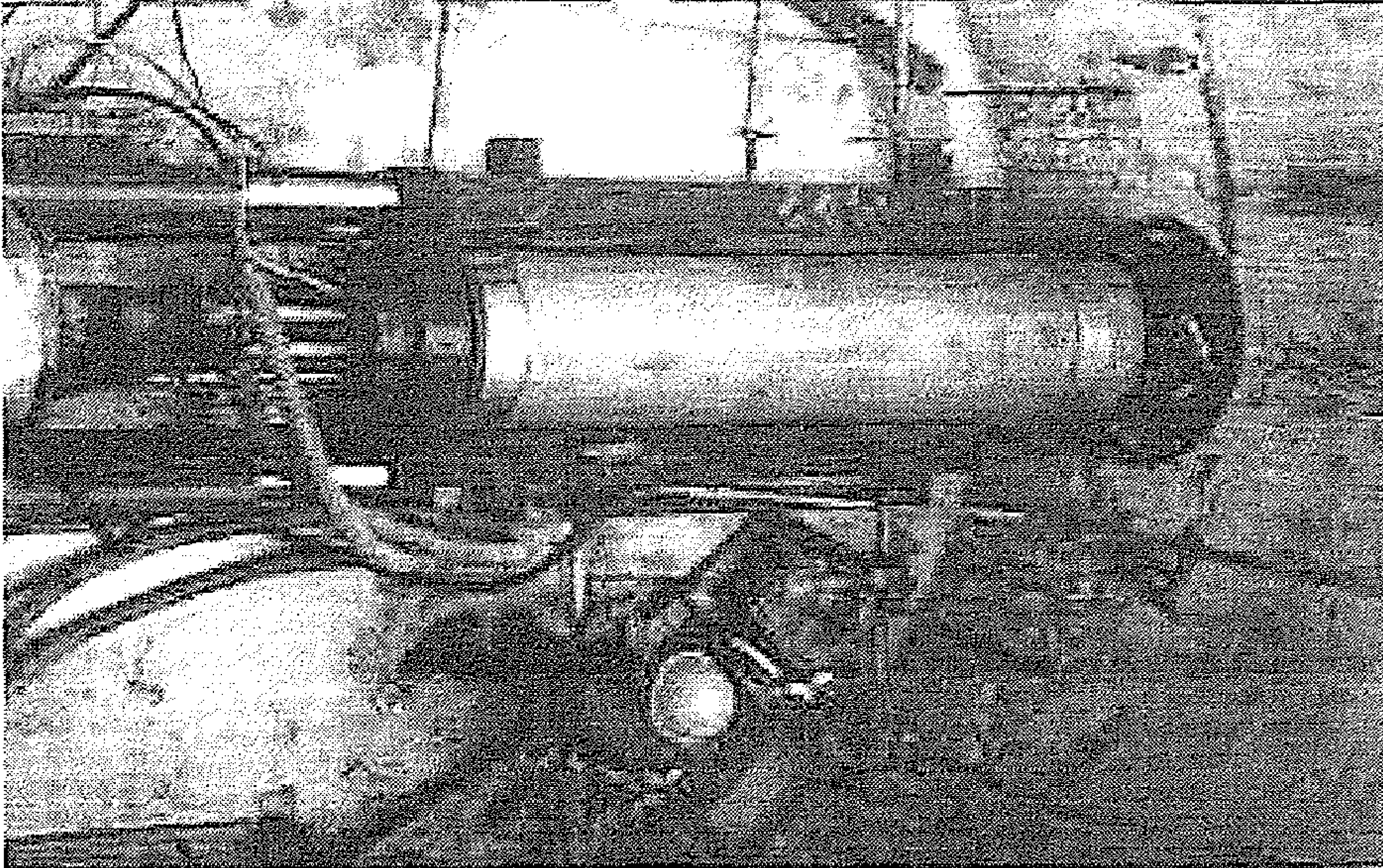
Joint Packing Ring



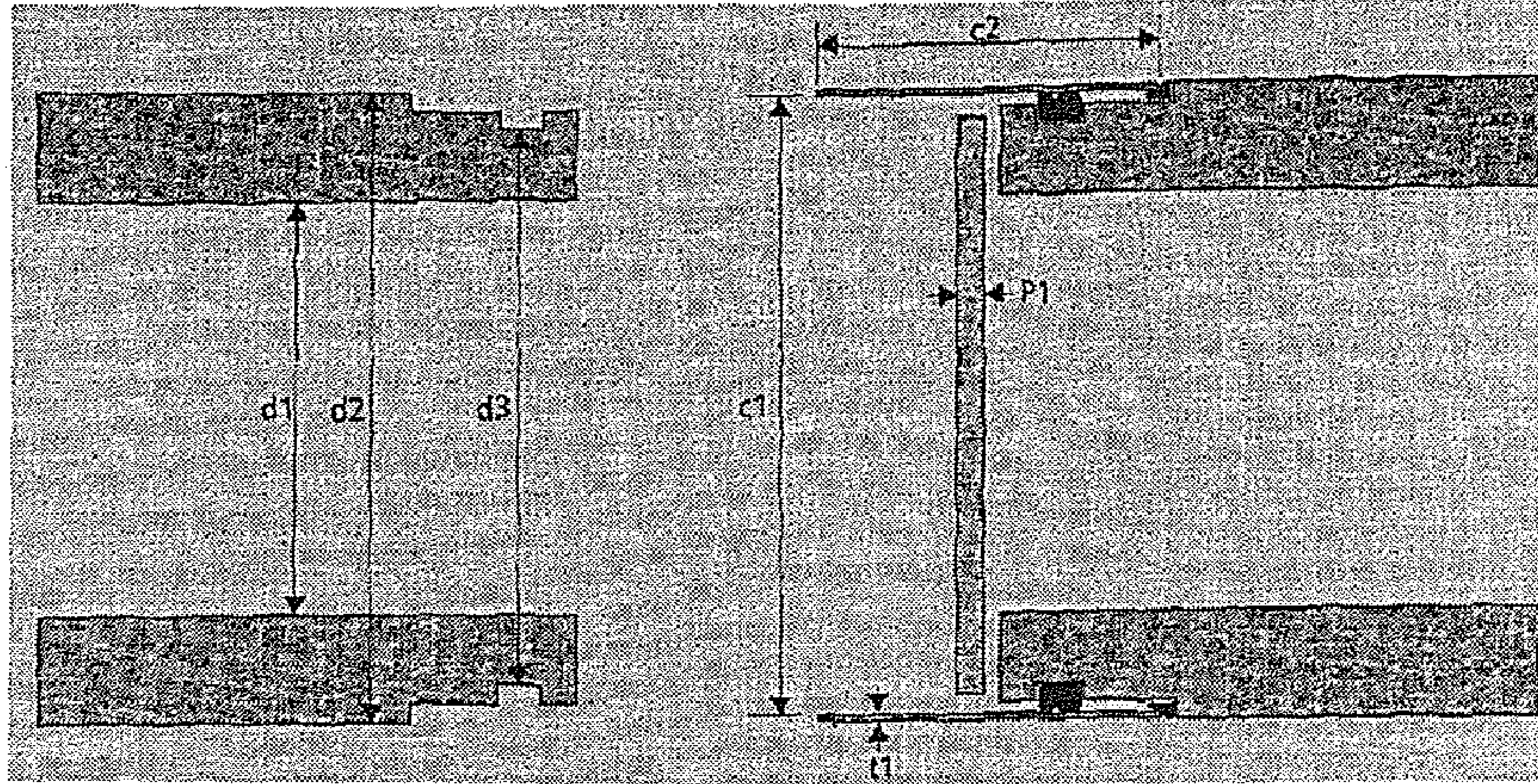
حلقة بين المواسير – لمنع تهشم حواف المواسير – مصنعة من الخشب

تفاصيل الوصلة بين المواسير الفخار

VITRIFIED CLAY JACKING PIPES



تابع شكل (٣) الماسورة الفخار أثناء عملية الدفع



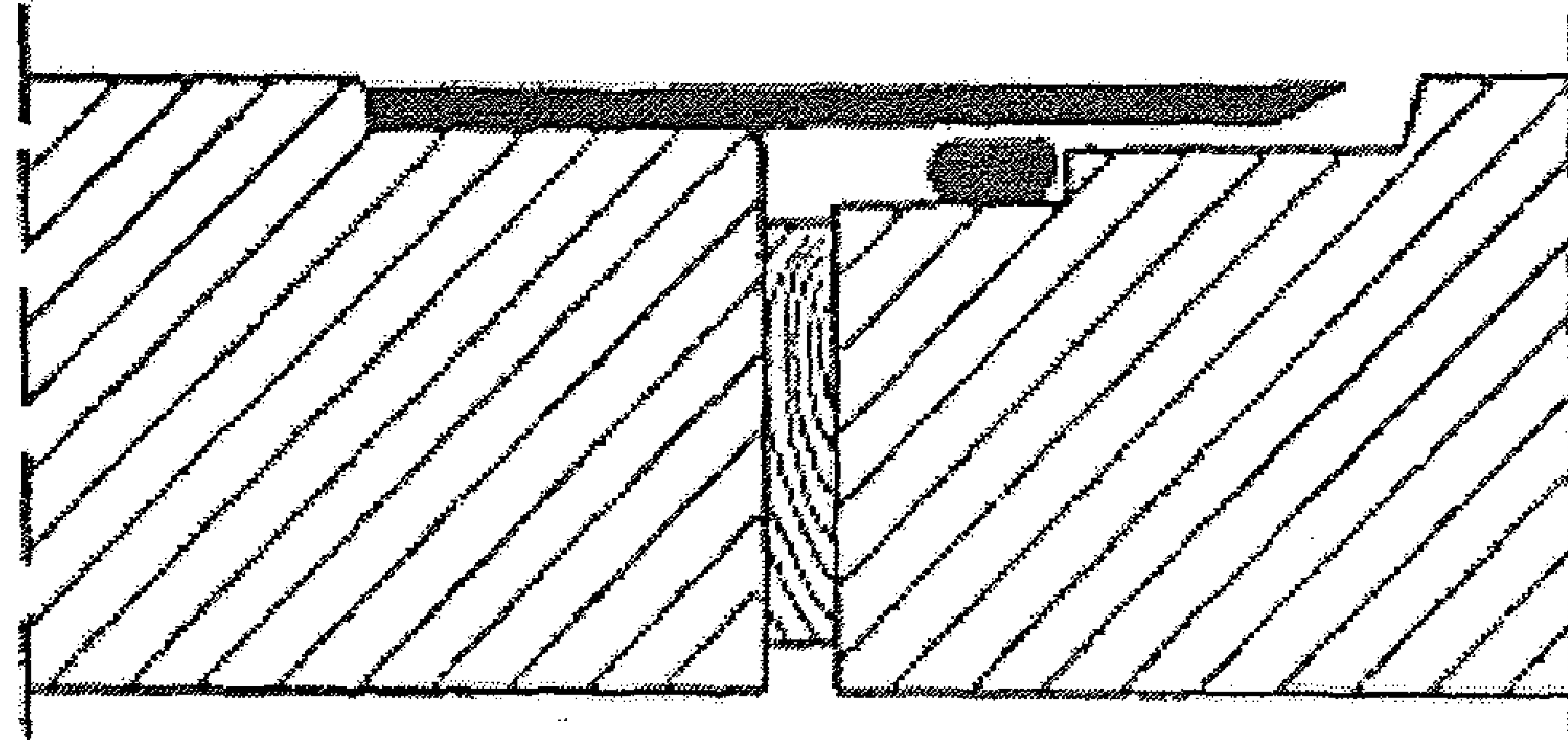
شكل (٣)

وصلة المواسير الفخار المستخدمة في الأنفاق – الطوق الخارجي من معدن ستيملس ستيل .

تصلح الوصلة لمواسير أقطار ٢٥٠ – ١٢٠٠ مم

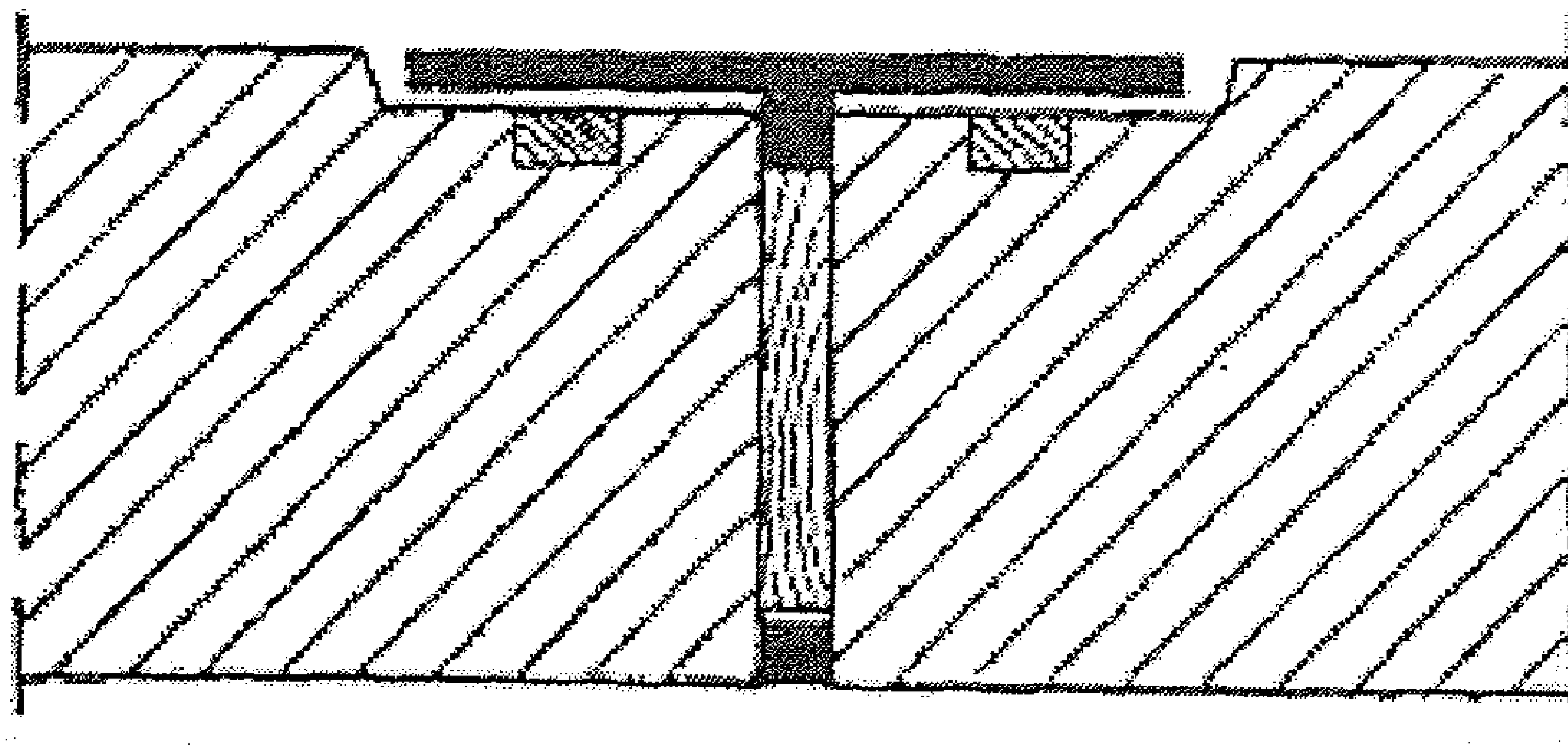
ج – وصلات المواسير الخرسانة :

شكل (٤) .

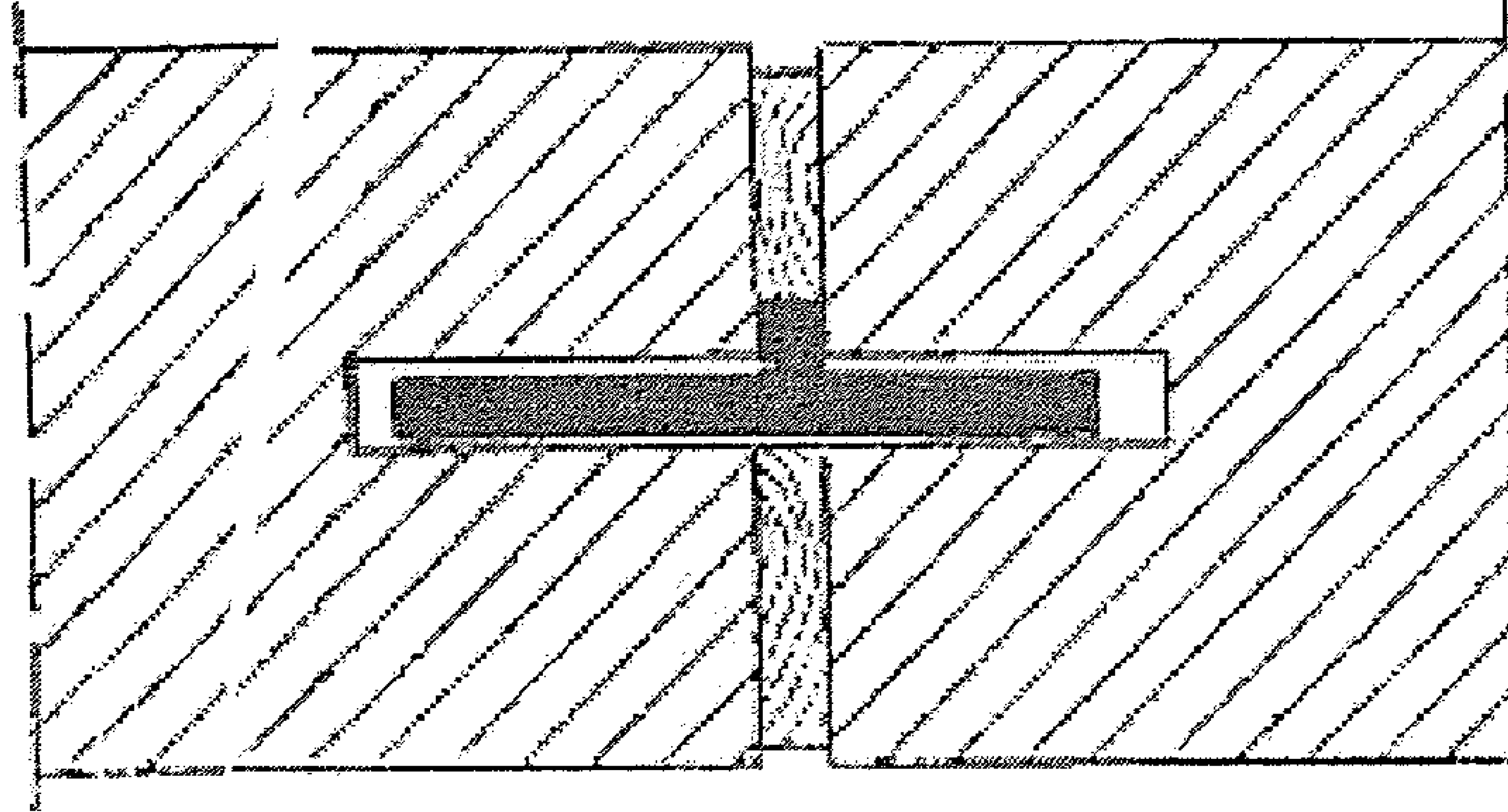


الحلقة المعدنية ثابتة في أحدي الماسورتين **Steel collar integral with one pipe**

(أكثر النظم المستخدمة في مصر)



حلقة معدنية حرة **loose steel collar**



شكل (٤)

حلقة مشتركة بين الماسورتين Dowelled joint

يمكن بهذه الطريقة أن تنفذ مواسير أنحدار أو ضغط . أقل مسافة بين الراسم العلوي للنفق وسطح الطريق ٢,٥ متر . يفضل ألا يقل قطر النفق عن ٢٥٠ مم . يمكن أستخدام نوعيات أخري من المواسير مثل المواسير الفخار والزهر المرن والخرسانة العادية والخرسانة المسلحة و المواسير الصلب .

جدول (١) ، يحدد الطول الأقتصادي لدفع المواسير الفخار – (المسافة بين غرفتي الدفع والأستقبال) .

جدول (١)

القطر مم	الطول الأقتصادي لدفع المواسير الفخار متر	أقصي طول لدفع المواسير الفخار متر
٢٥٠	٦٠ – ٨٠	١٢٠
٣٠٠	٦٠ – ٩٠	١٢٥
٤٠٠	٧٠ – ١٠٠	١٣٠
٥٠٠	٨٠ – ١٢٠	١٤٠
٦٠٠		١٥٠
٧٠٠		١٦٠
٨٠٠		١٧٠
١٠٠٠		١٦٠

لا يتم تخفيض منسوب المياه الأرضية أو أستخدام الهواء المضغوط أو تجميد التربة لمقاومة رشح المياه .

٢ - غرف الدفع و الأستقبال :

تنفذ هذه الغرفة في أماكن المطابق للأقتصاد في التكاليف حيث يتم تحويل الغرفة بعد أنتهاء الأعمال الي مطبق . مقاس الغرفة حوالي ٤ × ٦ (مقاس داخلي– حسب طراز المعدة وقطر الماسورة) من الخرسانة المسلحة ، منسوب أرضية الغرفة أوطي من منسوب الراسم السفلي للماسورة (Invert Level) بمقدار ٥٠ سم – شكل (٥) . يمكن أن تنشأ الغرفة من الستائر المعدنية مع عمل حائط أرتكاز خلفي لمقاومة رد فعل الروافع .

غرفة الأستقبال بمقاس حوالي ٢ × ٤ (مقاس داخلي – حسب طراز المعدة وقطر الماسورة) تتحول الي مطبق بعد نهو الأعمال أو تكون من الستائر المعدنية أو الشدات الخشبية أو الحلقات الخرسانية الجاهزة حسب الحالة وتكون أبعادها ملائمة لخروج الدرع والحفارة منها بسهولة . جدول (٢) يحدد مقاسات غرفة الدفع والأستقبال بالنسبة لطرازات معدات الحفر وكذلك للأقطار المختلفة .

جدول (٢)

طراز المعدة	القطر مم	قطر غرفة الدفع متر	قطر غرفة الأستقبال متر	طول الماسورة متر
AVN 250	٣٦٨- ٤١٥	٣	٢,٥	٢,٠٠
AVN 300	٤١٥ – ٥٦٥			
AVN 400	٥٦٥ – ٦٦٥			
AVN 500	٦٦٥ – ٧٦٠			
AVN 600	٧٦٠ – ٨٦٥	٣ – ٣,٠٥		
AVN 700	٨٦٥ – ٩٧٥	٣,٠٥ – ٣,٢		

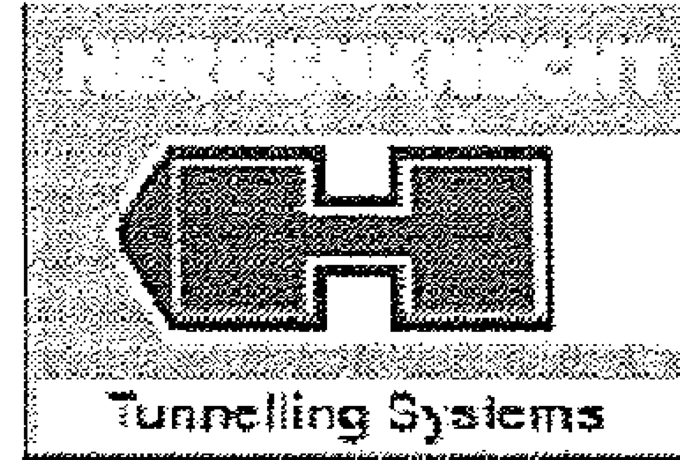
AVN 800B	١١١٠ – ٩٧٥	٤,٢٧	٣,٠٥	٢,٥
AVN 800	١٢٨٠ – ١١١٠	٣,٥ – ٤,٥		٣,٠٠
AVN 1000	١٤٥٠ – ١٢٠٠			
AVN 1200	١٨٣٠ – ١٤٥٠	٤,٥٧	٣,٦	

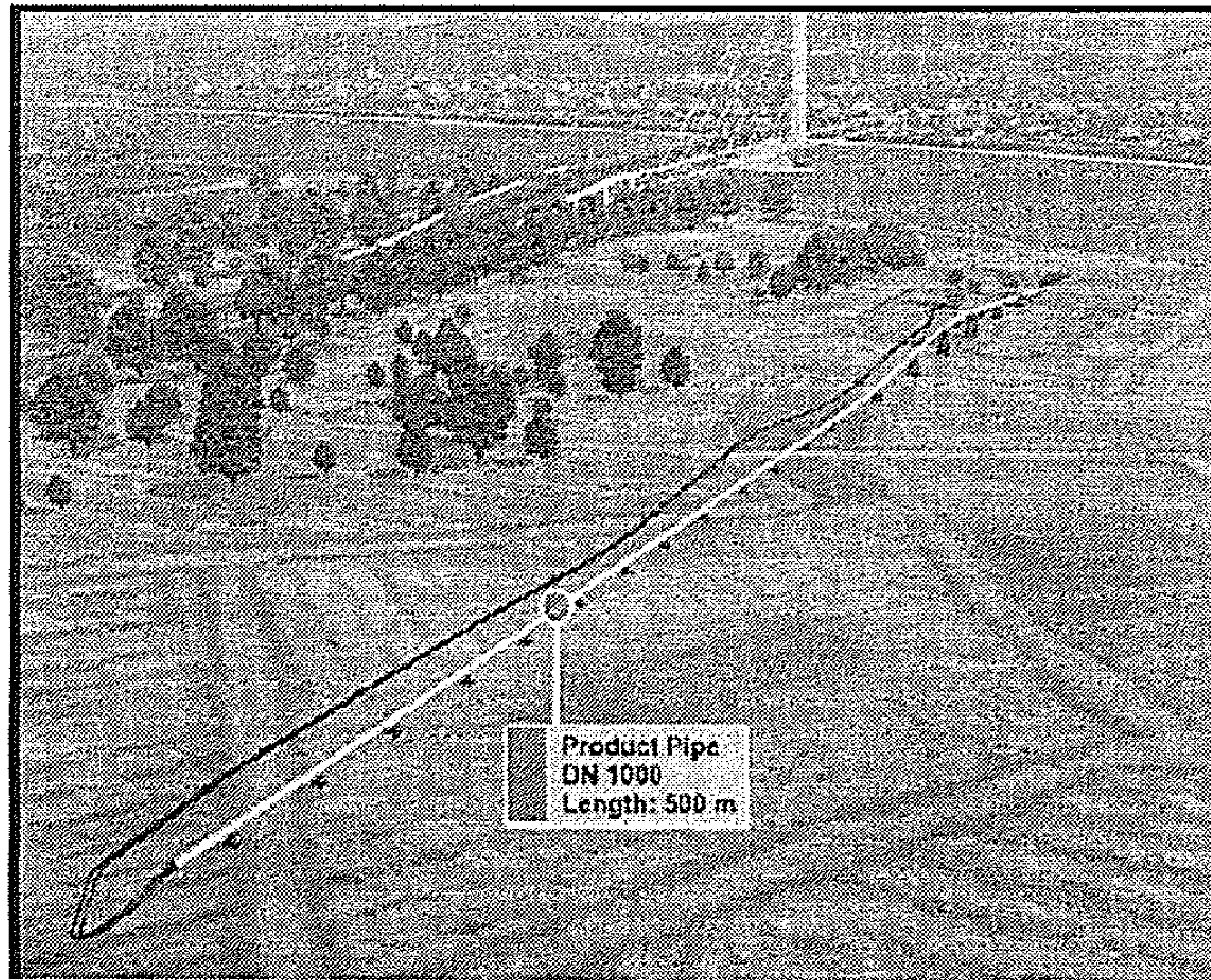
توضع حلقة من المطاط في حائط الغرفة في مدخل الماسورة لمنع خروج المياه من حول الدرع الأمامي . توضع أيضا حلقة ممثلة في غرفه الأستقبال (في حالة وجود مياه رشح) ولا لزوم لها في حالة عدم وجود المياه . لا تزيد المسافة بين غرفتي الدفع والأستقبال عن ١٠٠ متر .

الأنفاق الصغيرة – طراز AVN باستخدام المواسير الصلب :

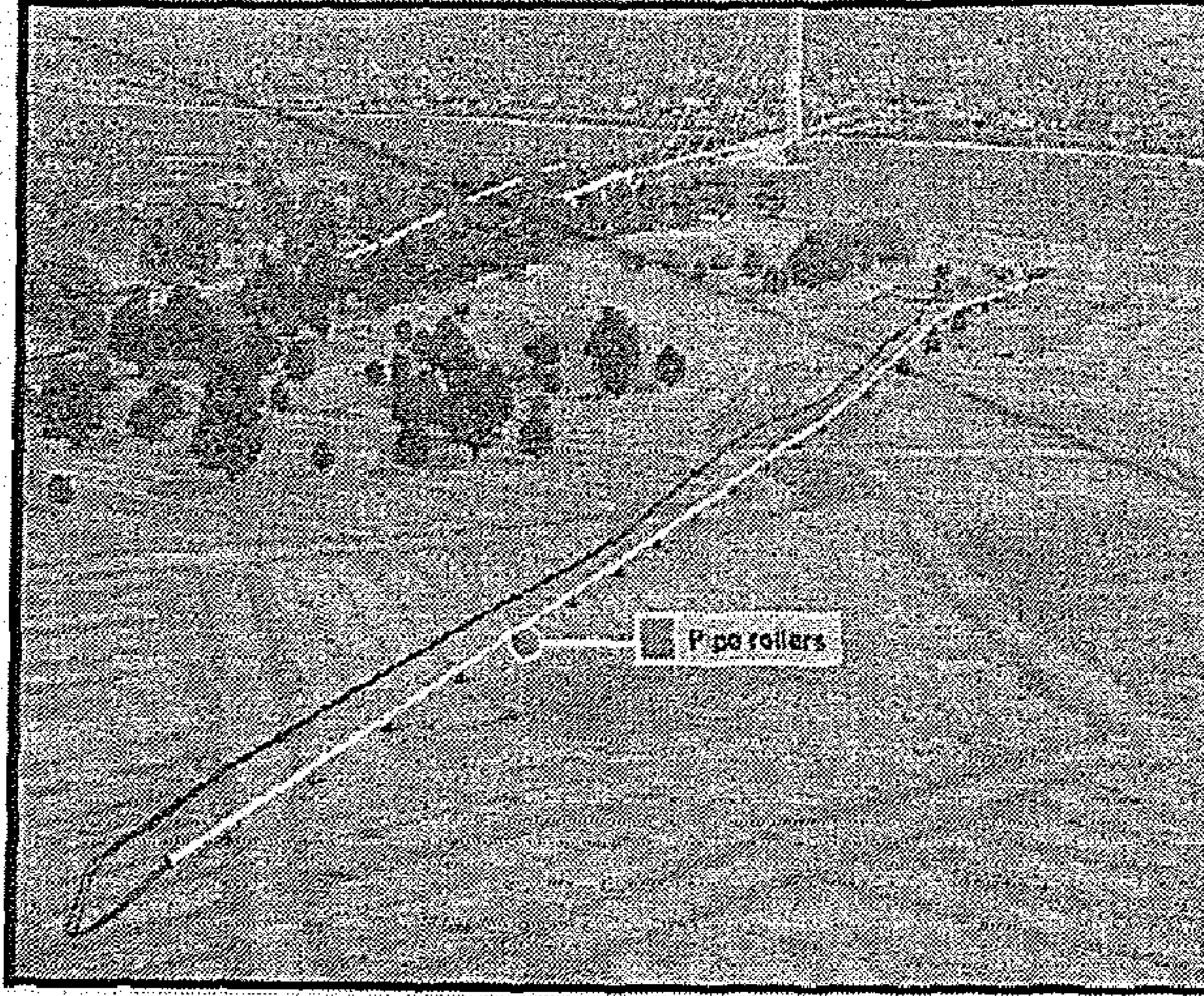
١ – دفع المواسير بنظام الدفع المباشر :

Direct Pipe

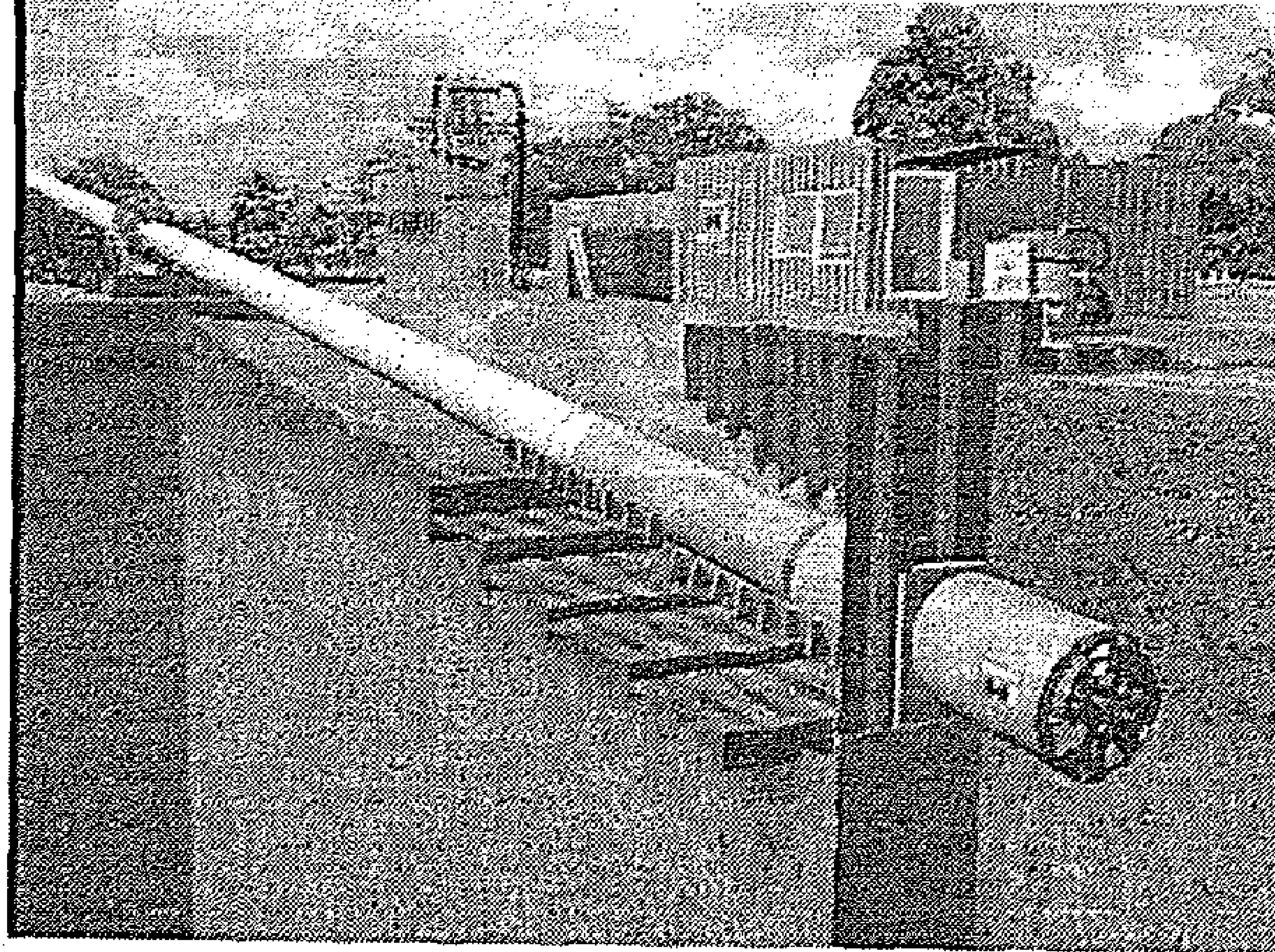




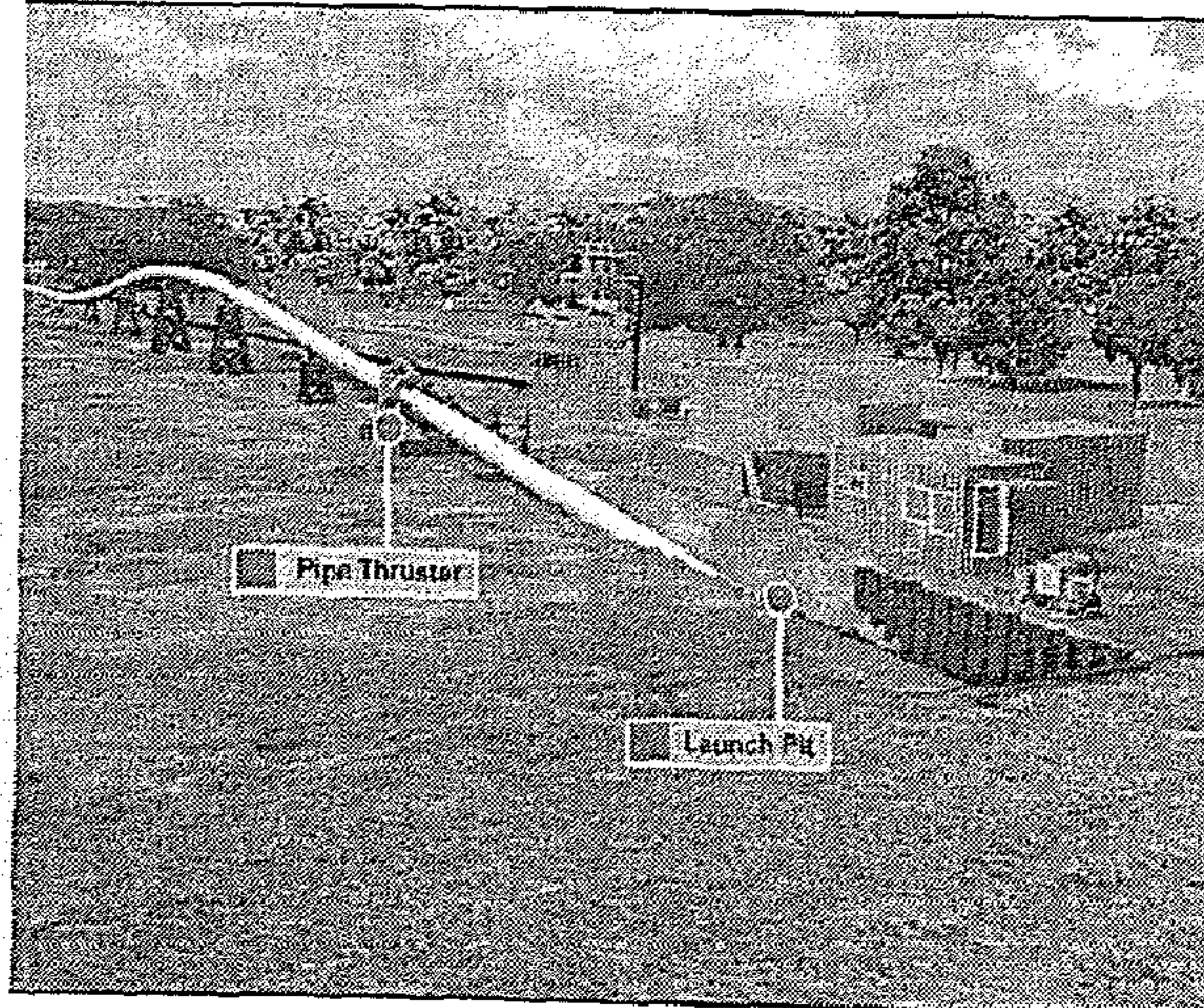
ماسورة قطر ١٠٠٠ مم – طول ٥٠٠ متر



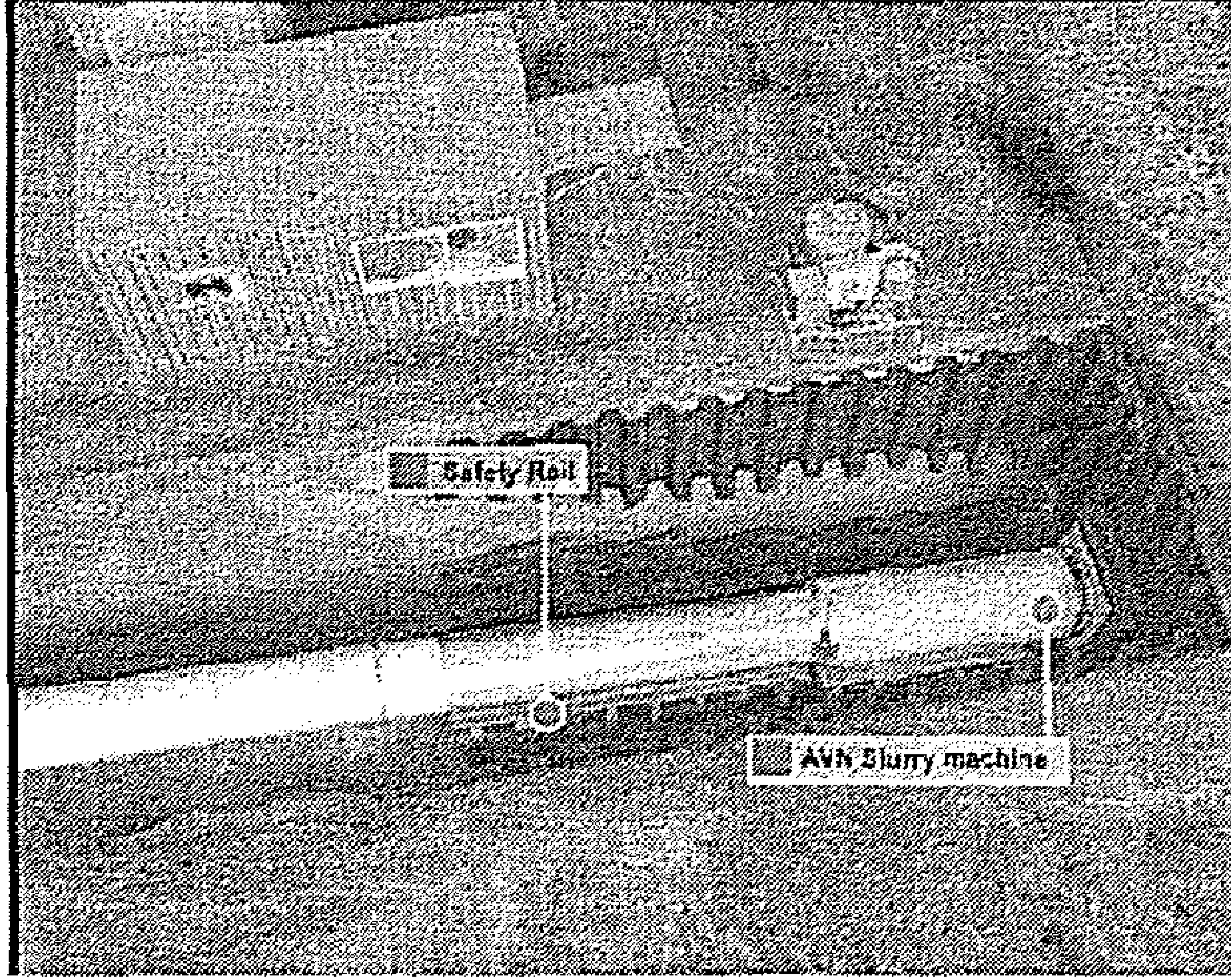
المواسير محملة علي أرتكازات تدور بتحرك الماسورة



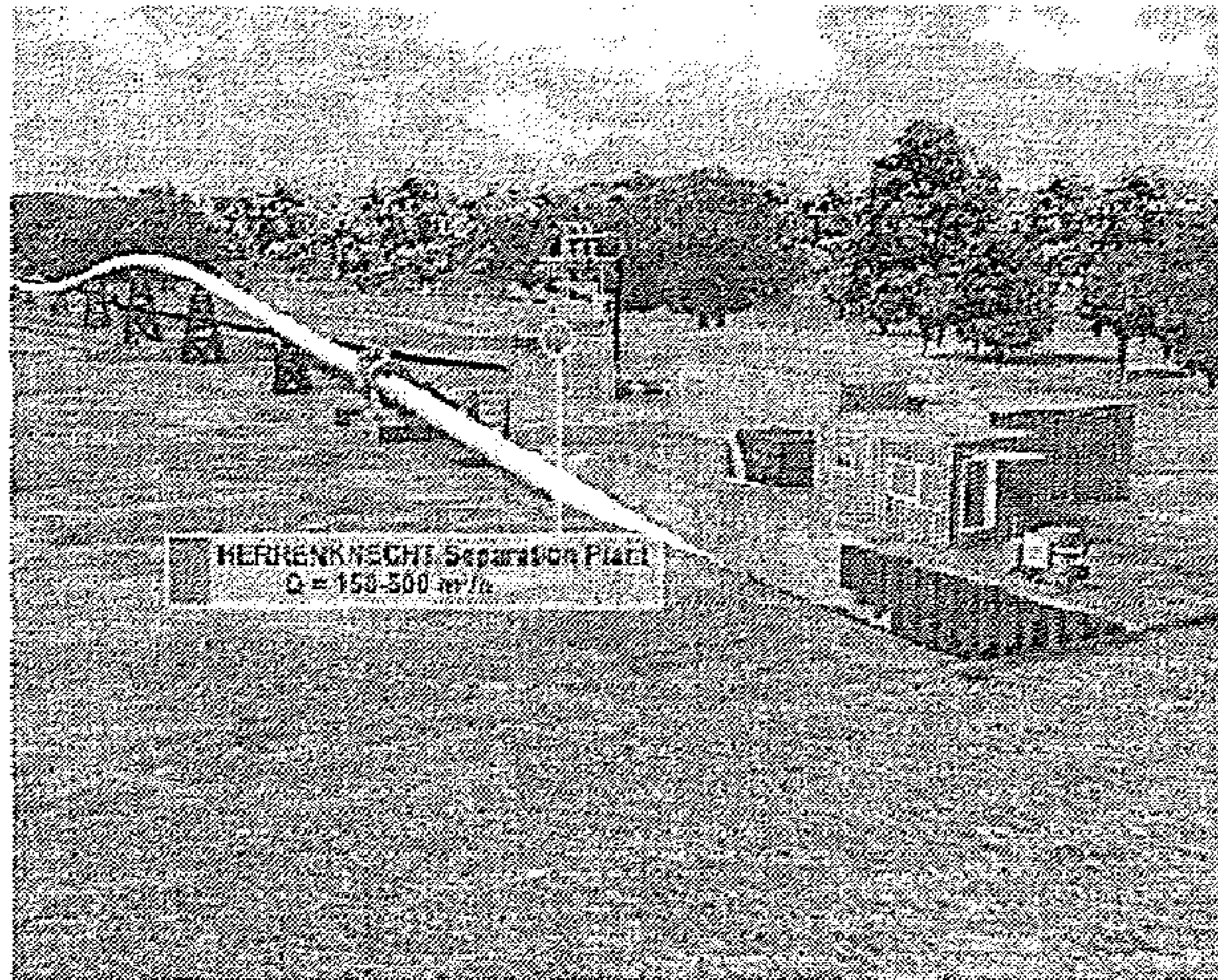
غرفة البداية وبدء حفر النفق بالحفارة . يدفع البنتونايت وتسحب الروبة بالطلمبة



دفع المواسير بآلة الدفع الهيدروليكية المثبتة جيدا علي سطح الأرض Thruster



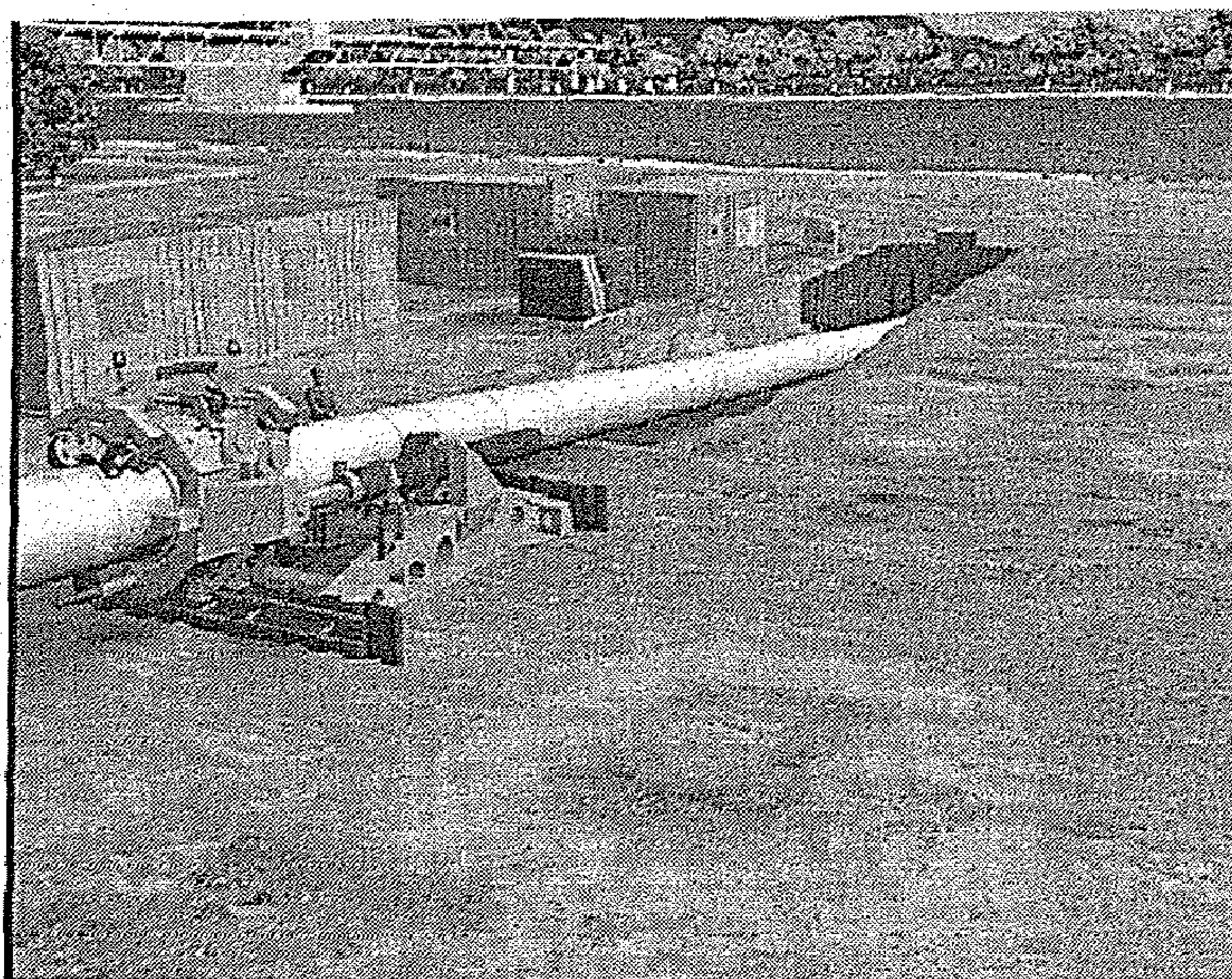
رأس الحفارة ، وقضبان الضبط والتوجيه

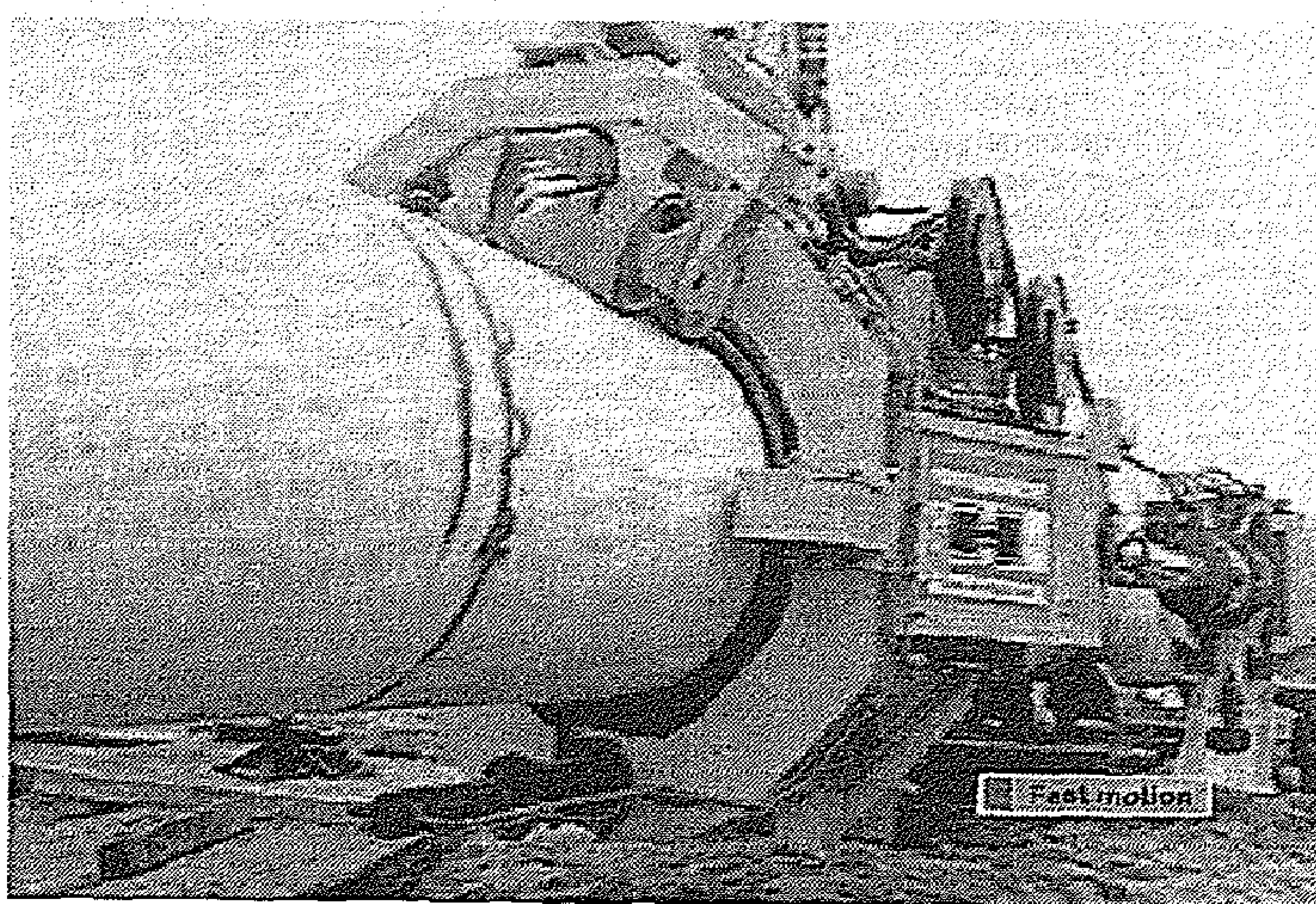


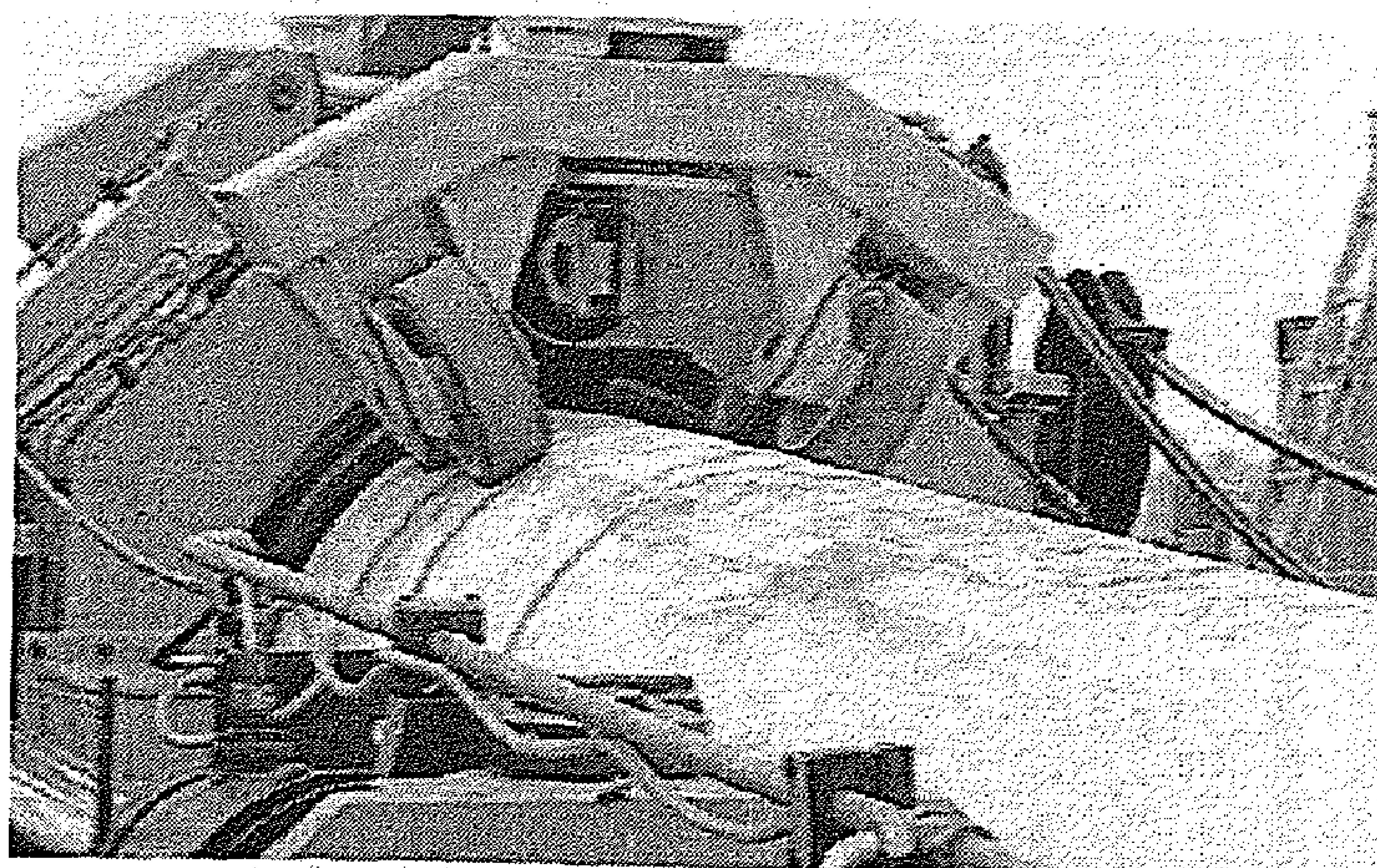
محطة فصل الرمال



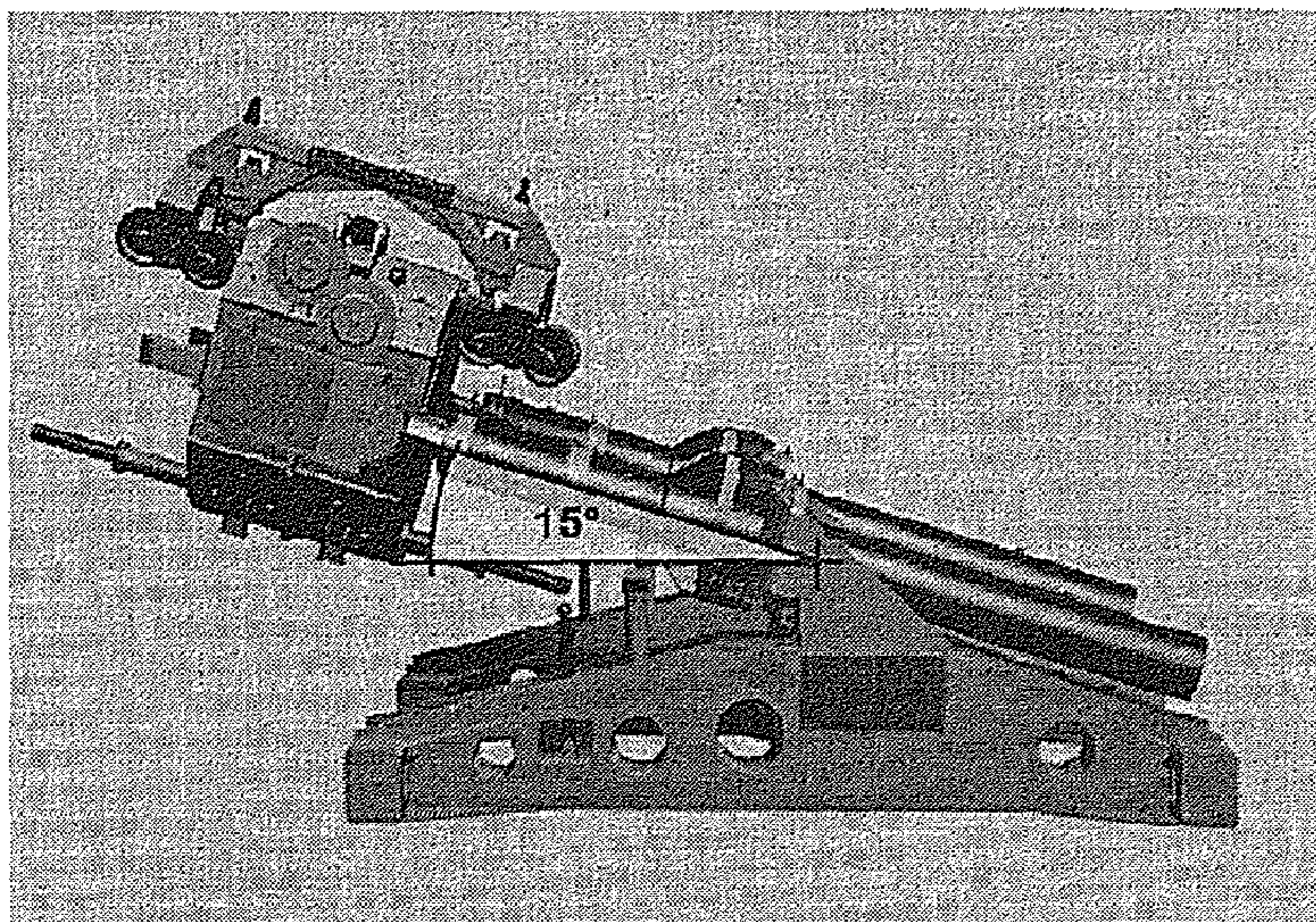
أختبار جودة عزل المواسير – جهاز كشاف هوليداي

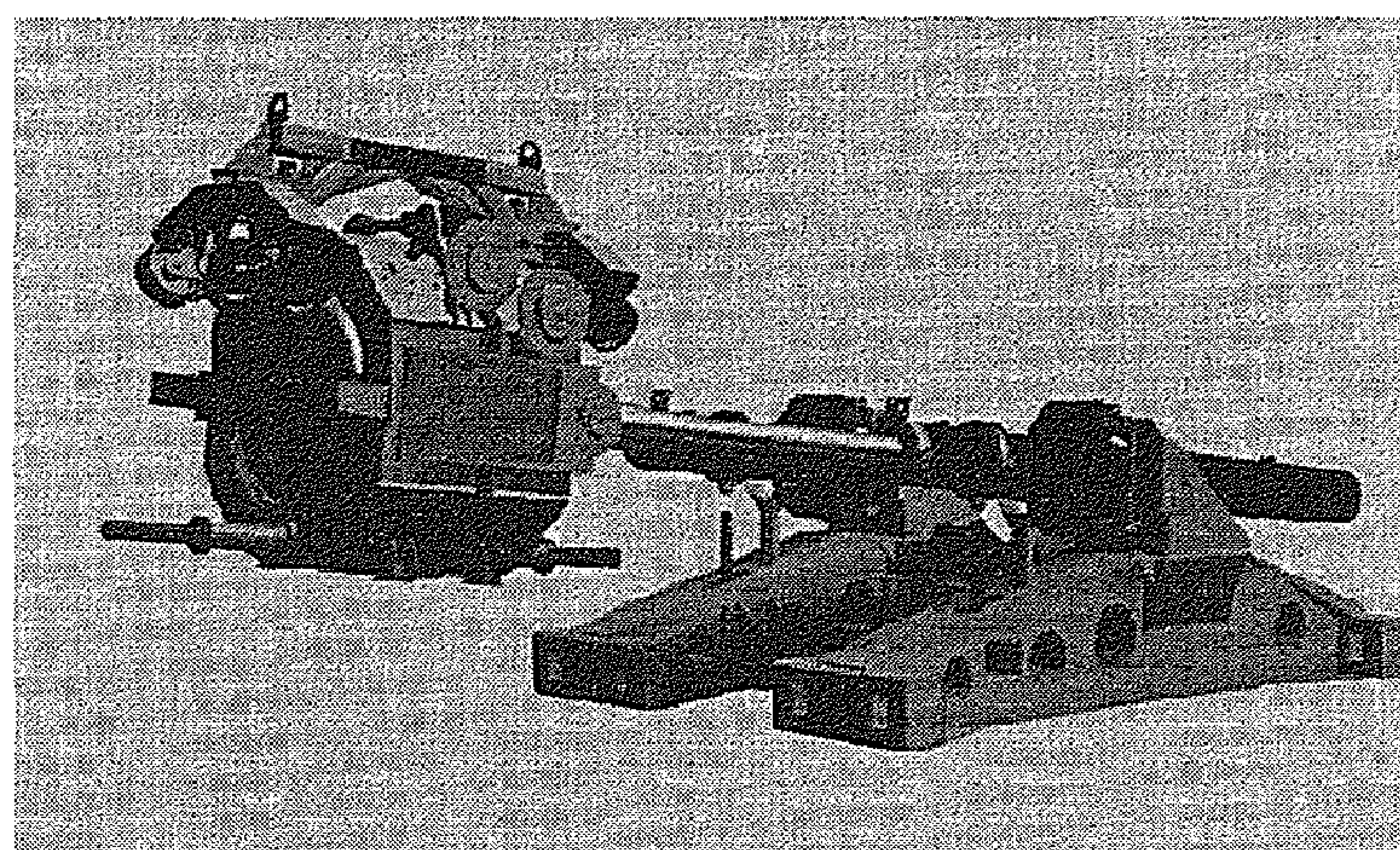






Thruster تفاصيل دافع المواسير





Thruster تفاصيل دافع المواسير

HERRENKNECHT Pipe Thruster

Maximum force: 5.000 kN

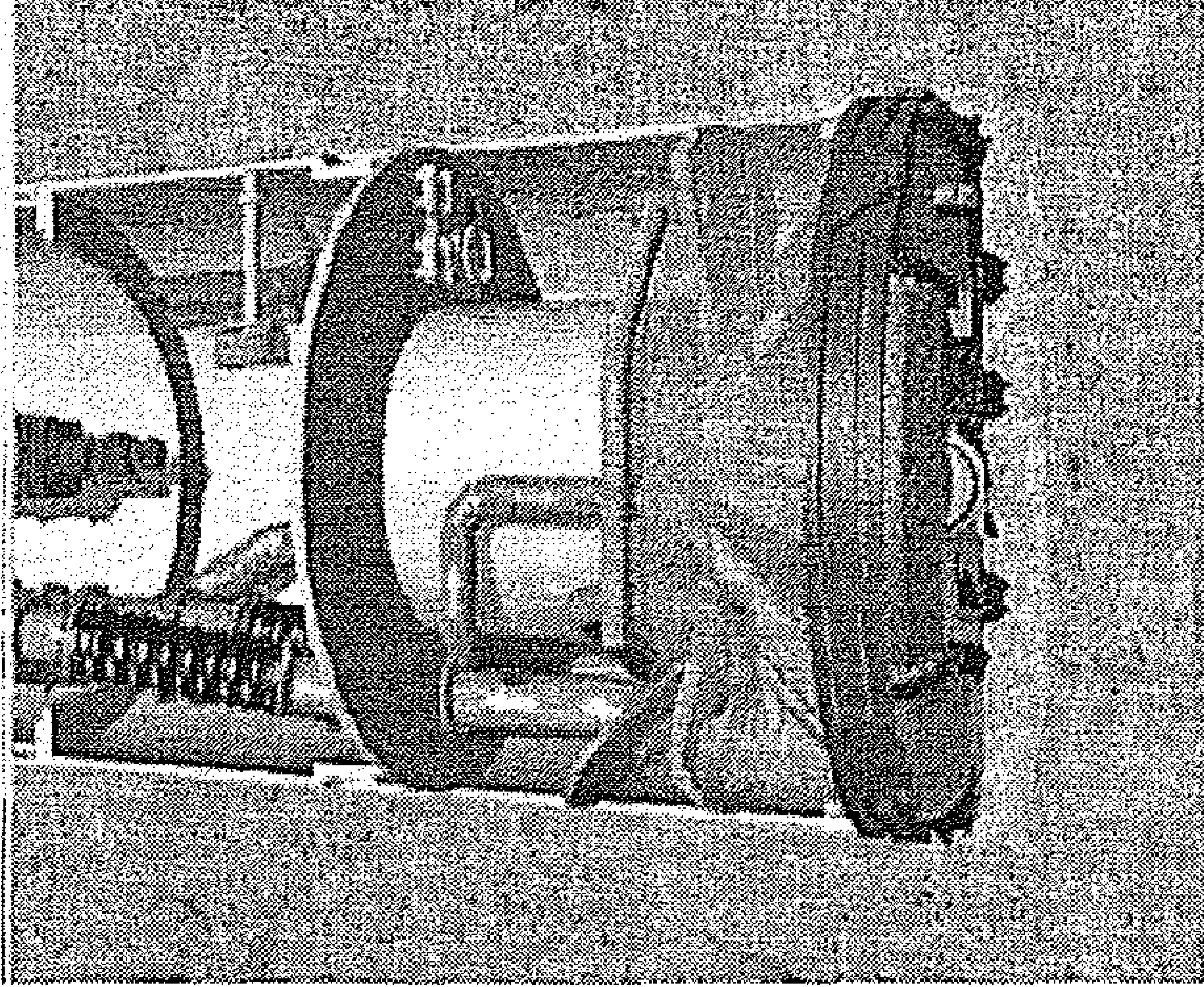
Operating angle: 5° - 15°

Clamp diameter: 20"- 48"

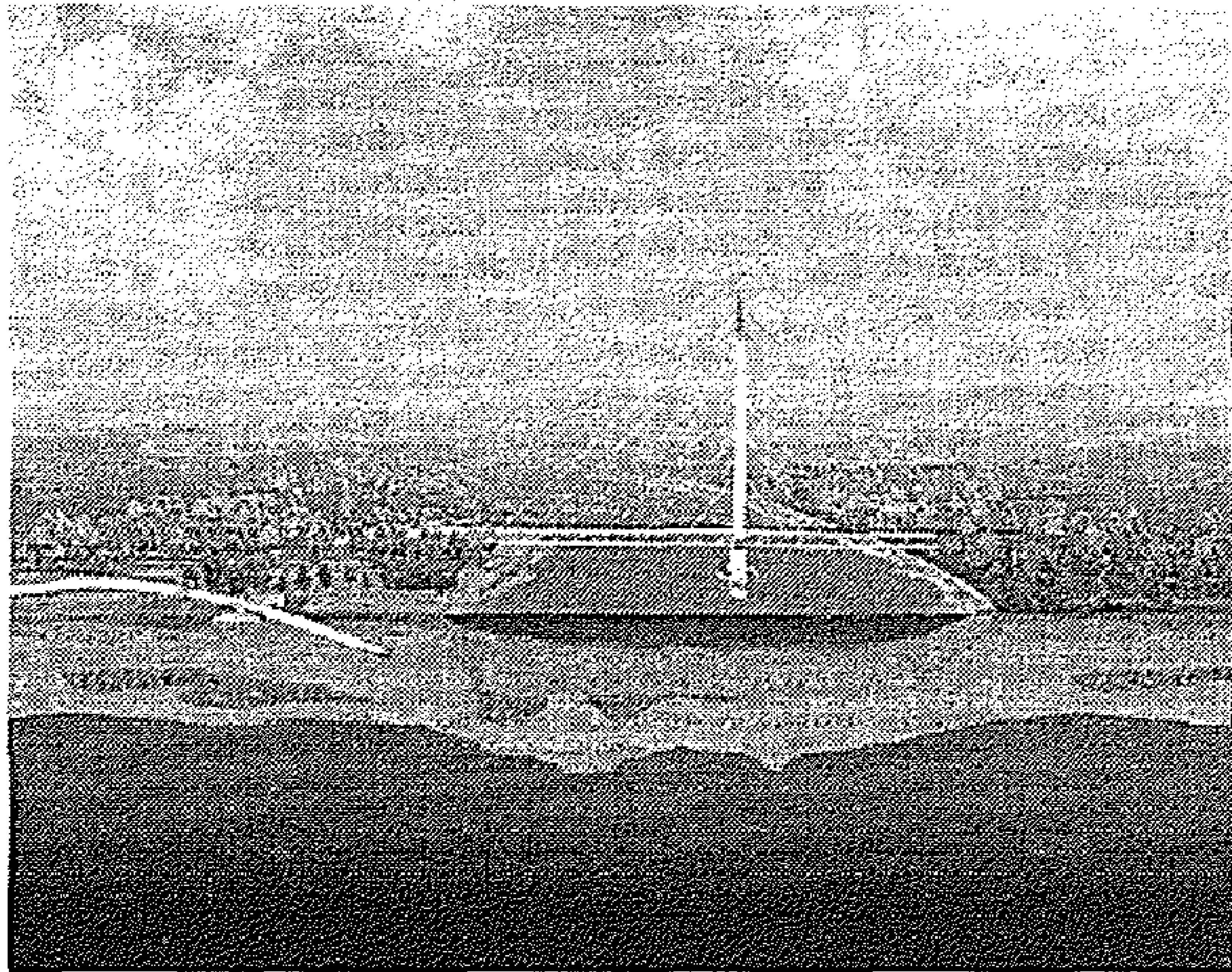
Maximum speed: 5m/min.

Stroke of cylinder: 5,000mm

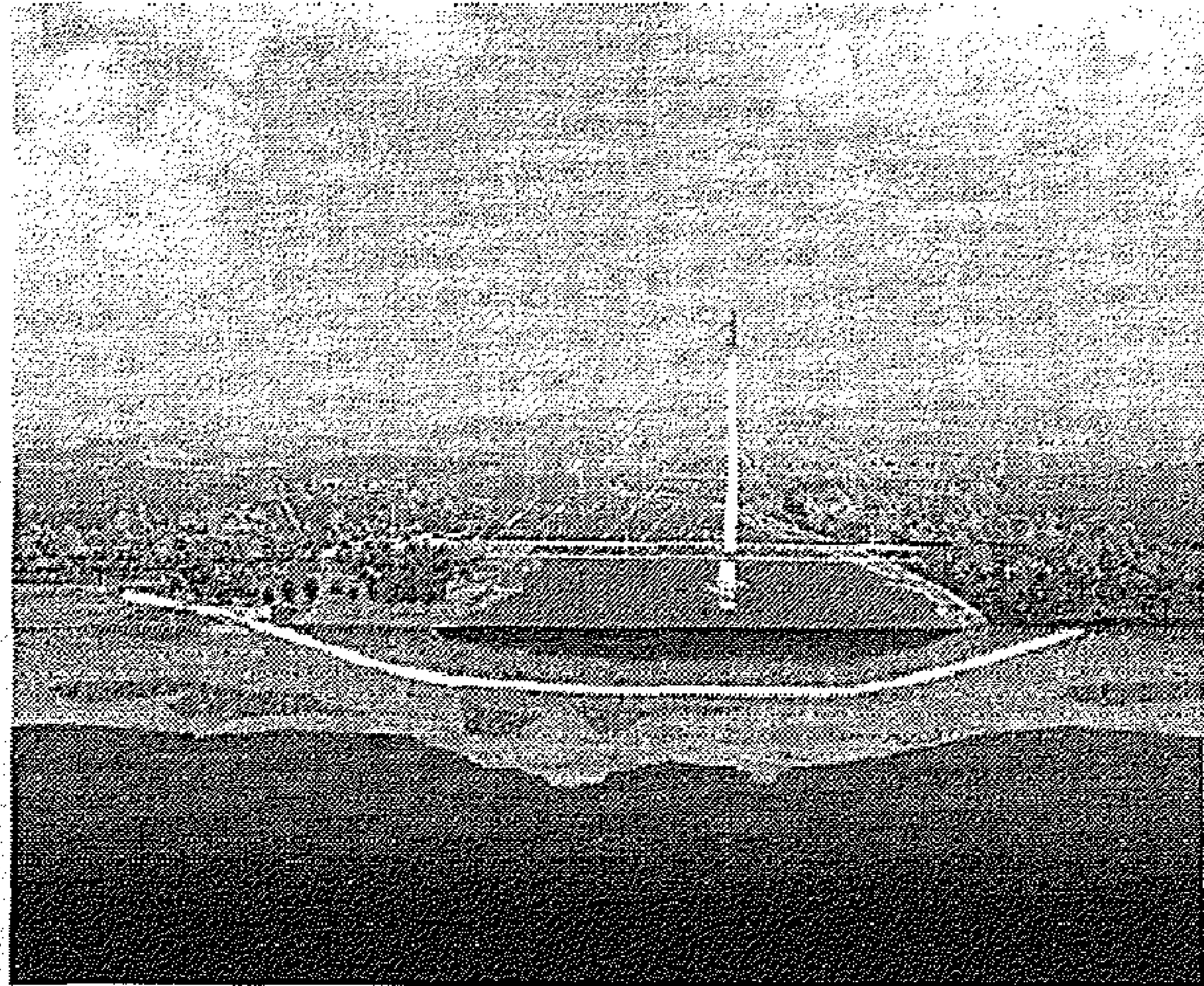
Dimensions: 9 x 4.1 x 4.4m



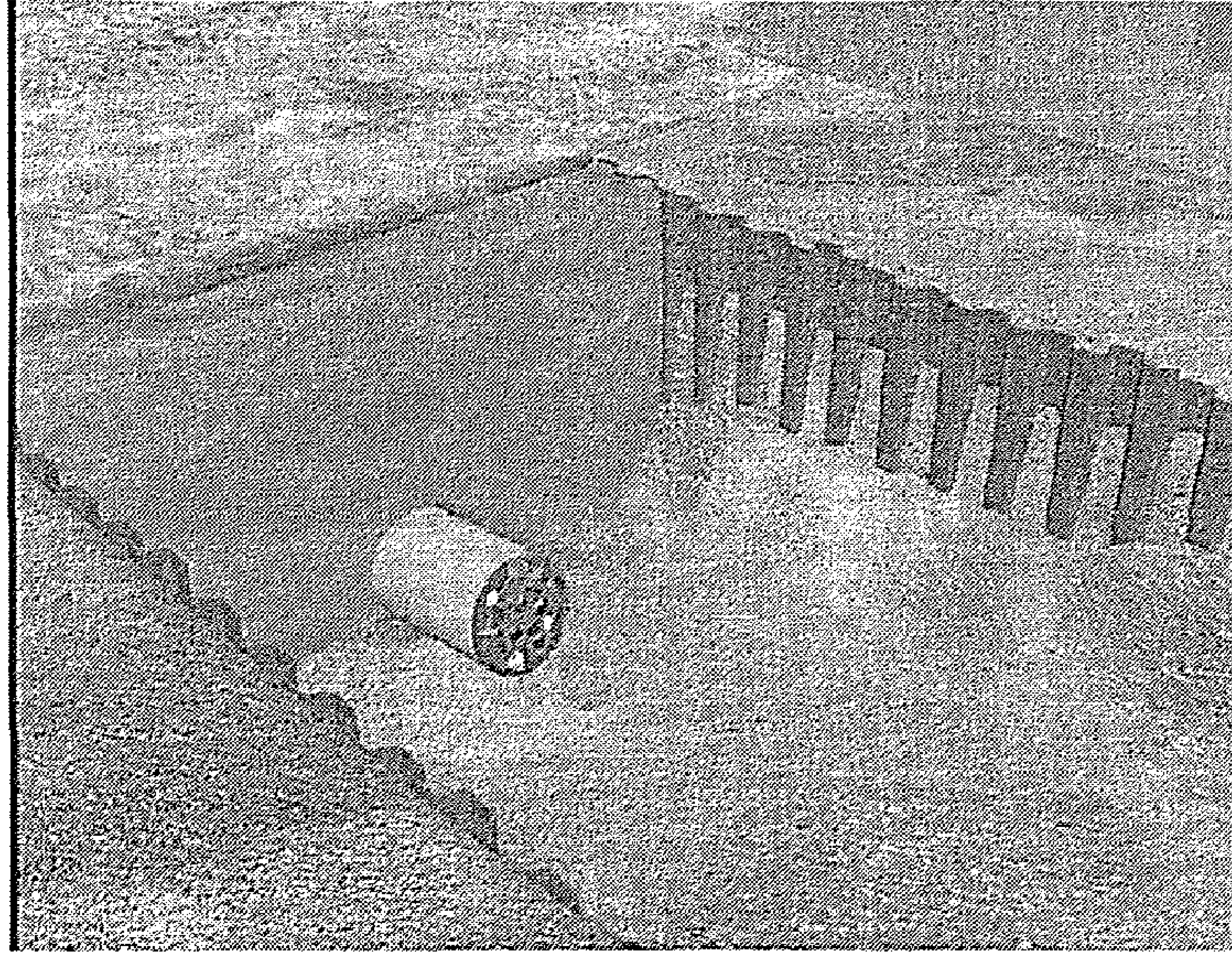
رأس الحفارة



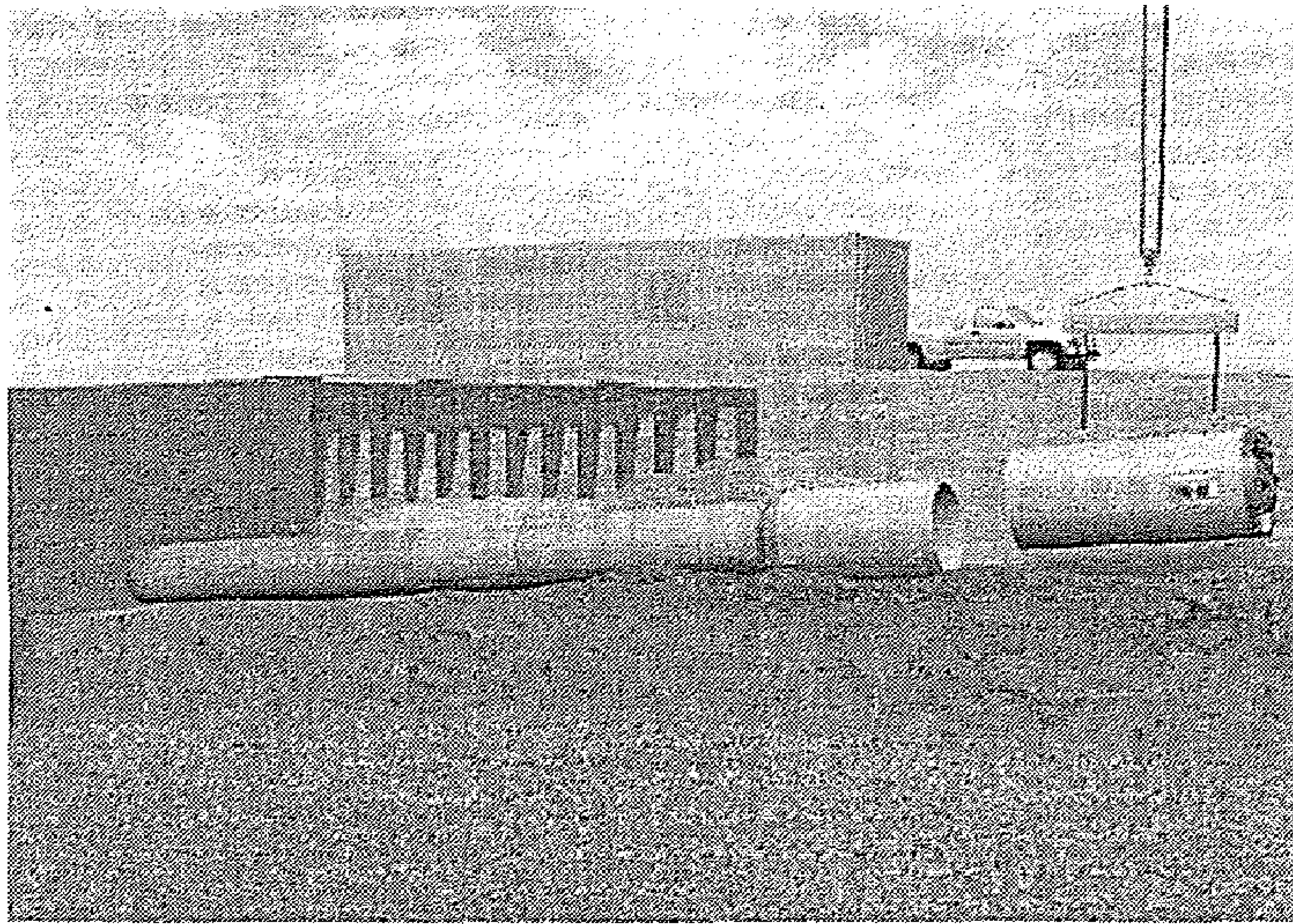
شكل يوضح النفق أثناء الدفع



شكل يوضح النفق أثناء الدفع



خروج المواسير من غرفة النهاية



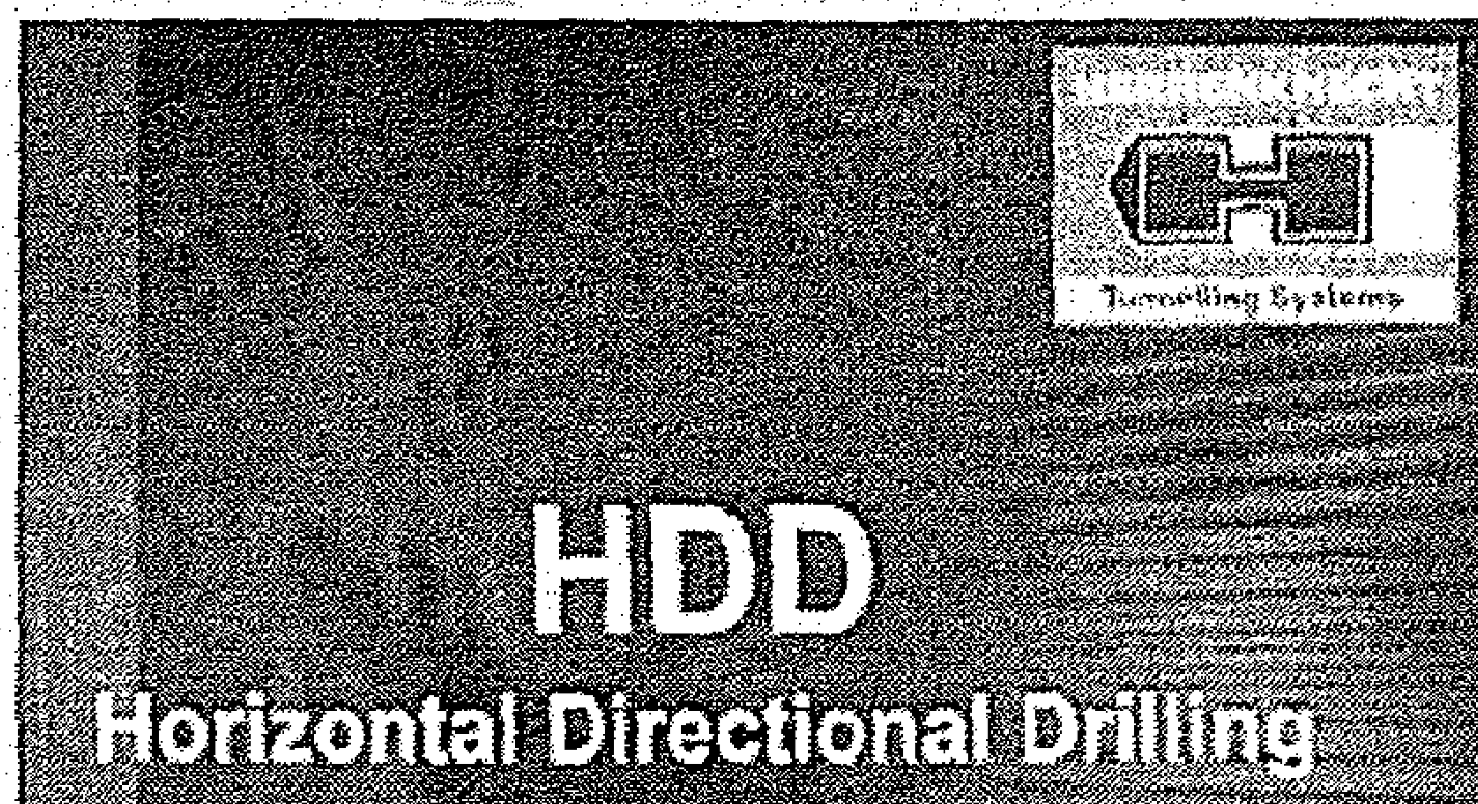
رفع الحفارة من الحفر بعد أنتهاء العمل

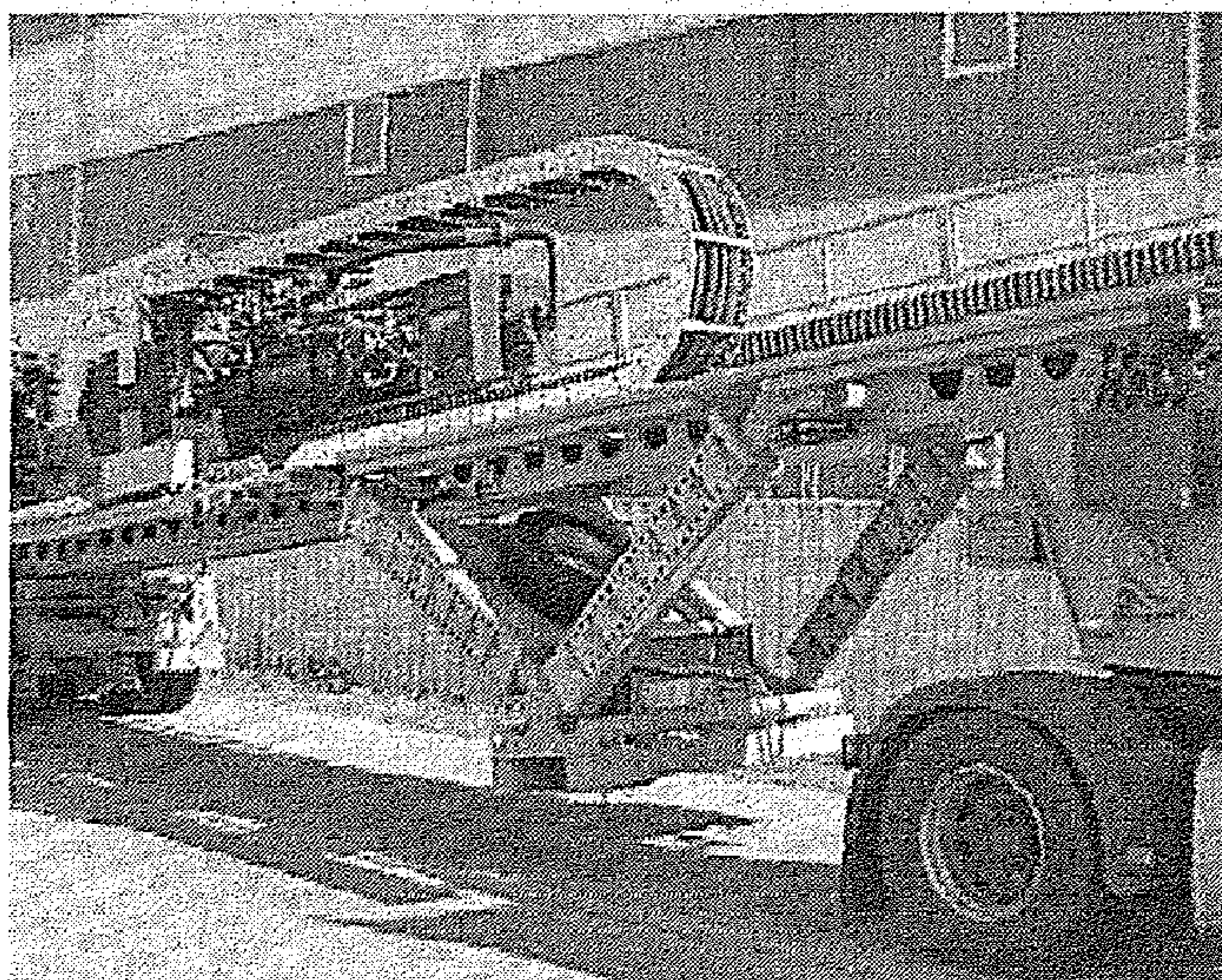
HERRENKNECHT Pipe Thruster Advantages

- Single-level fast installation method for product pipelines
- Optimum solution for sea outfalls with access only from one side
- No costly and time-consuming shaft construction
- Obstacles are excavated with the help of the cone crusher
- Simple and fast retractability in case of necessary tool change

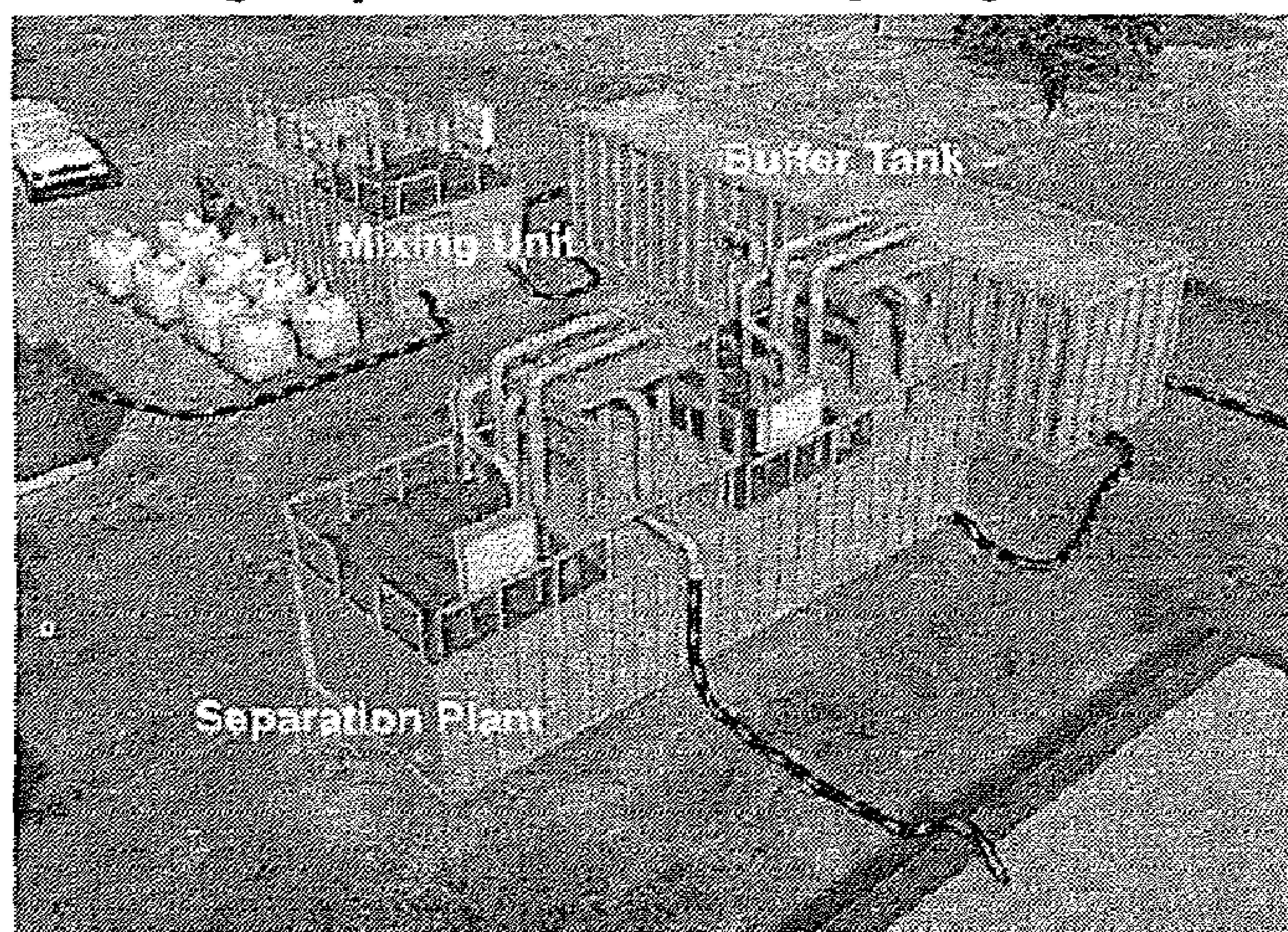
نظام أنشاء الأنفاق الصغيرة :

٢ - الحفر بطريقة الدفع الأفقي :

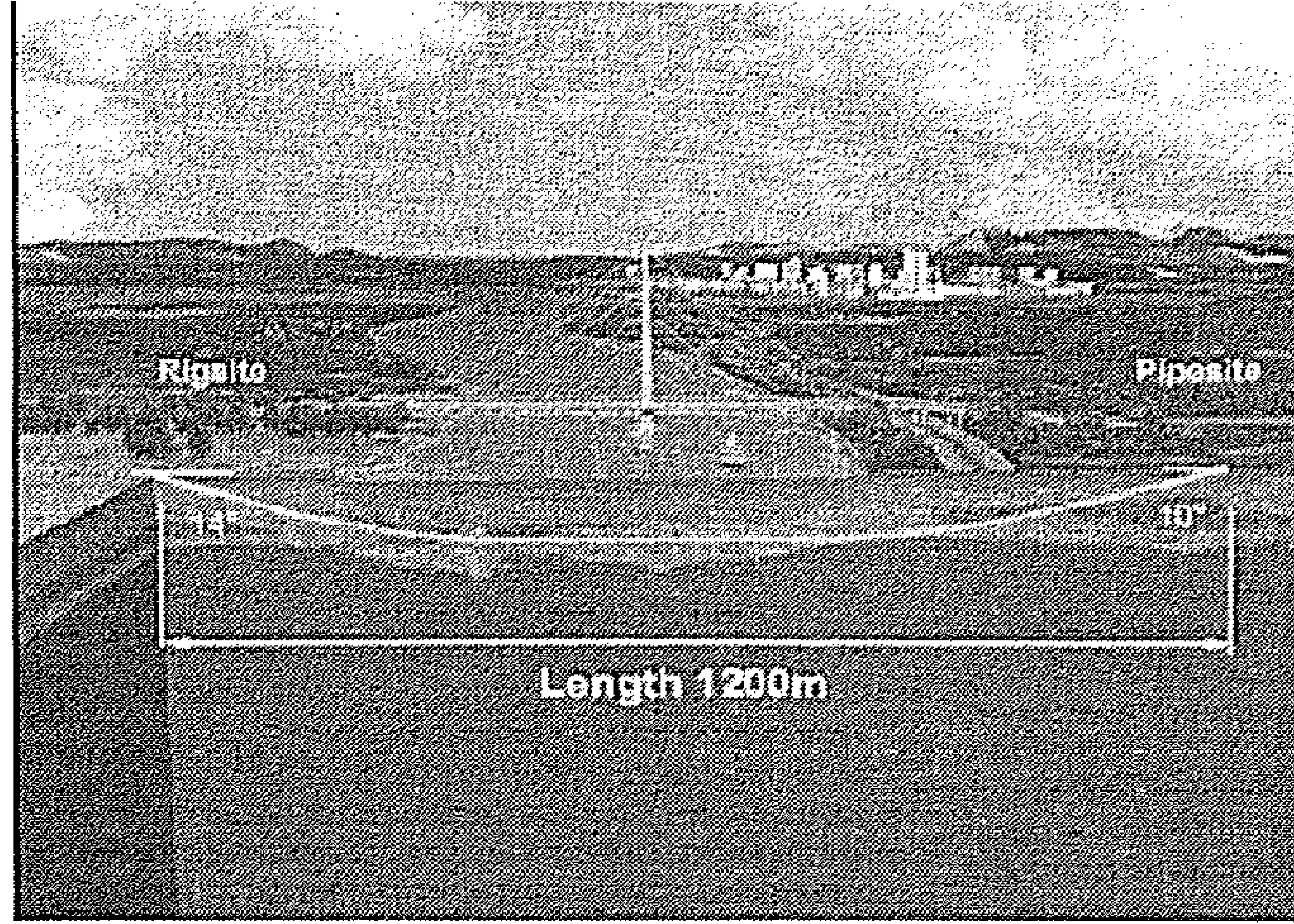




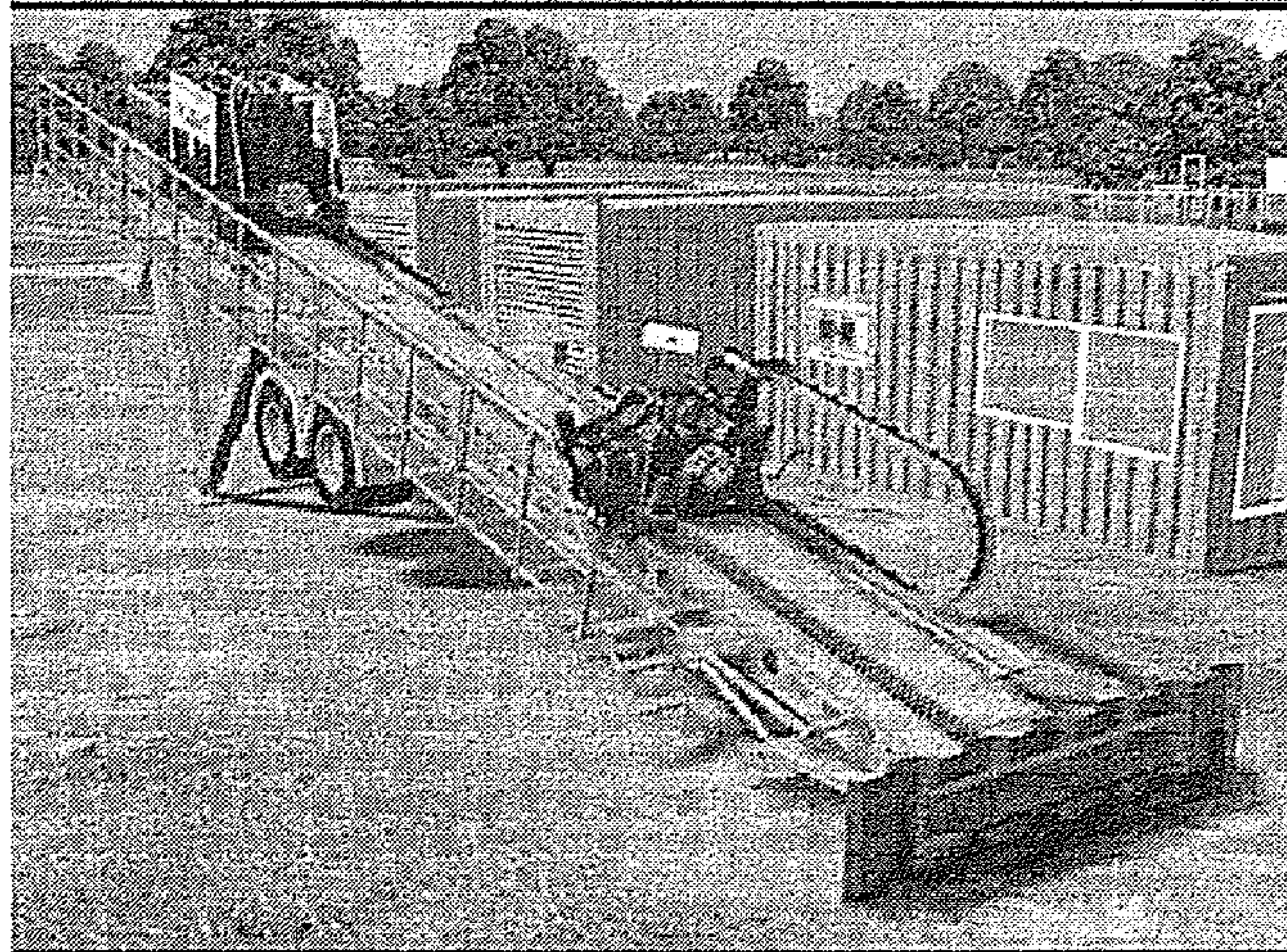
ماكينة الدفع الأفقي للمواسير أثناء نقلها الي موقع العمل



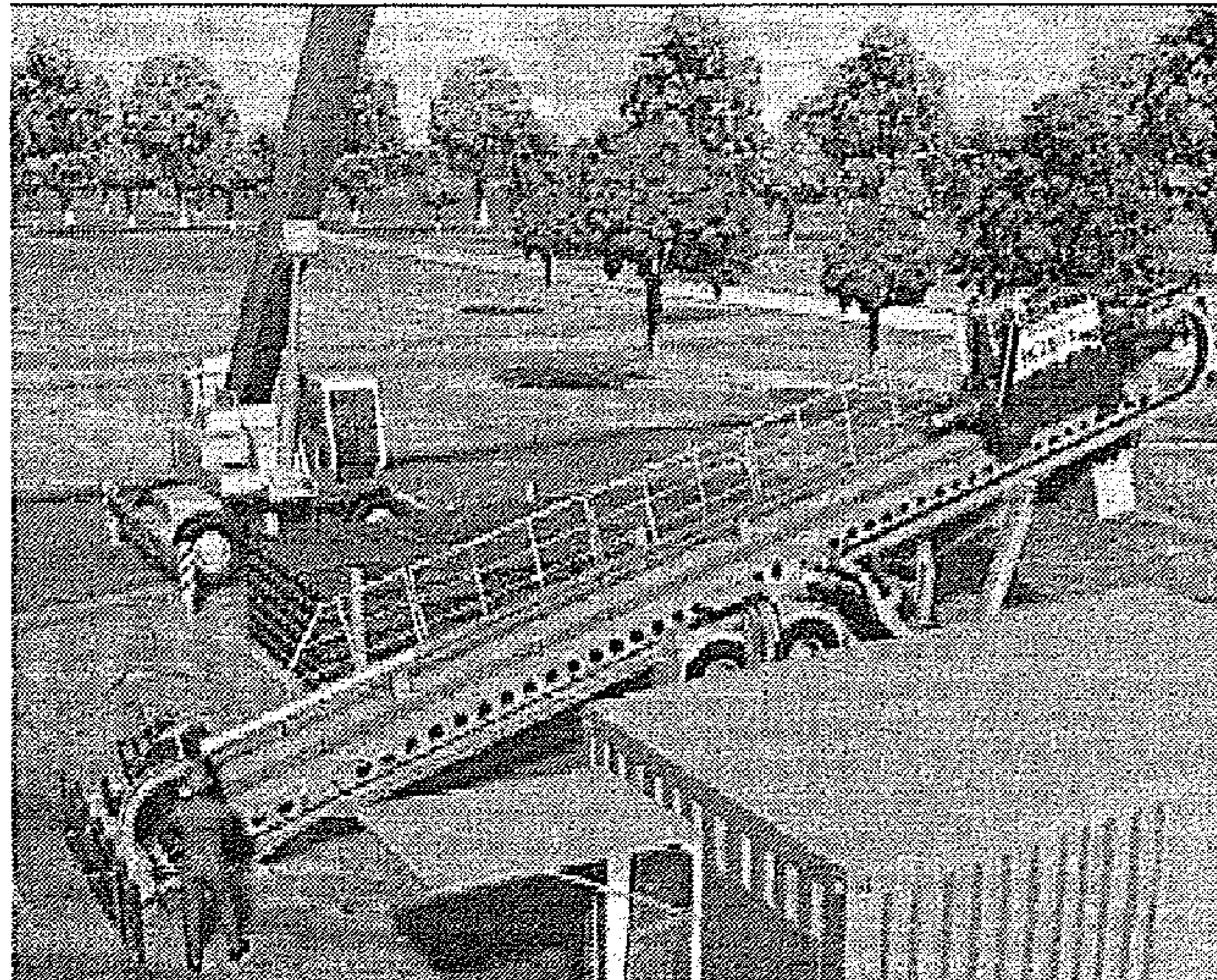
مكونات معدة النفق

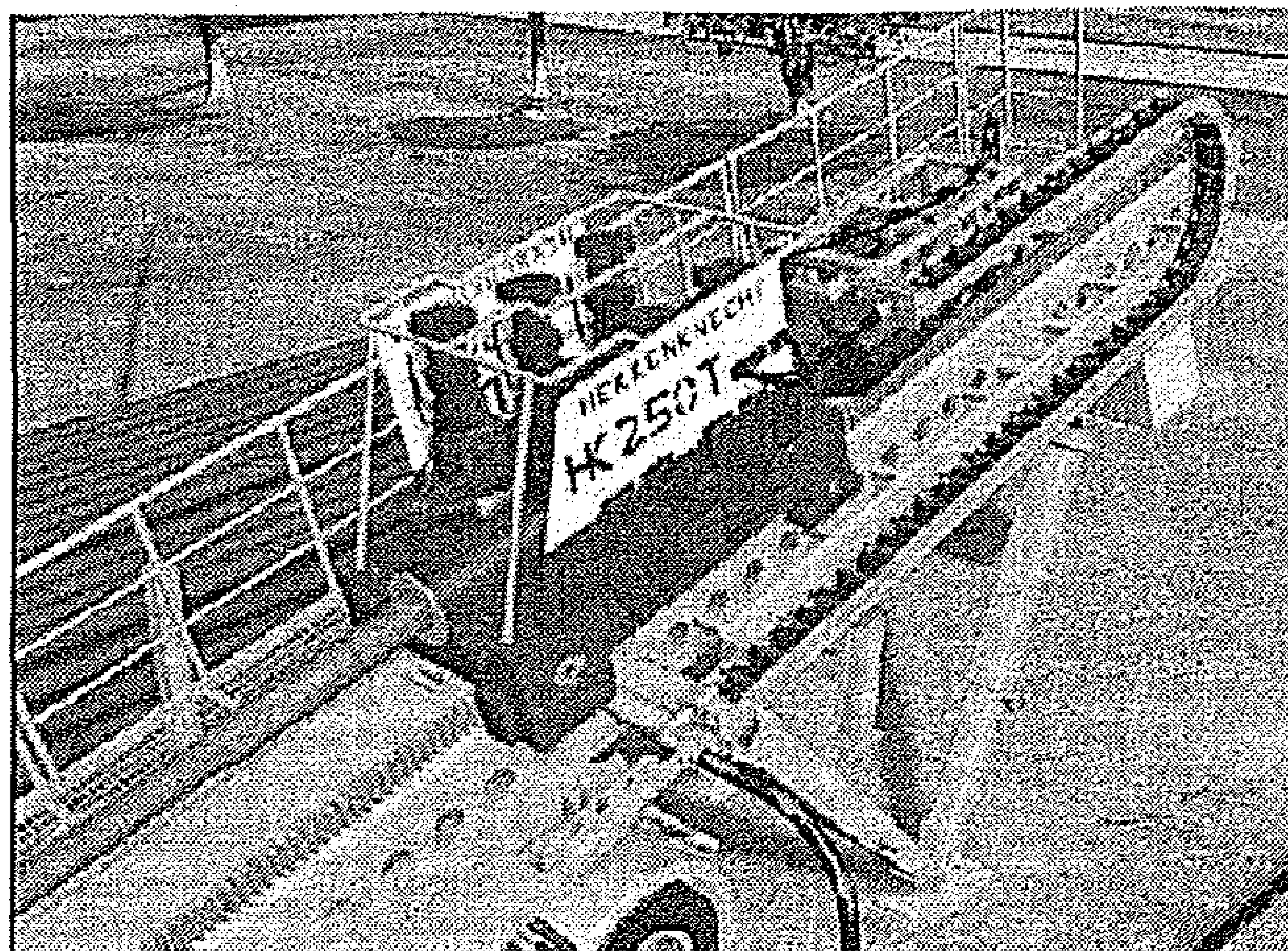


المشروع

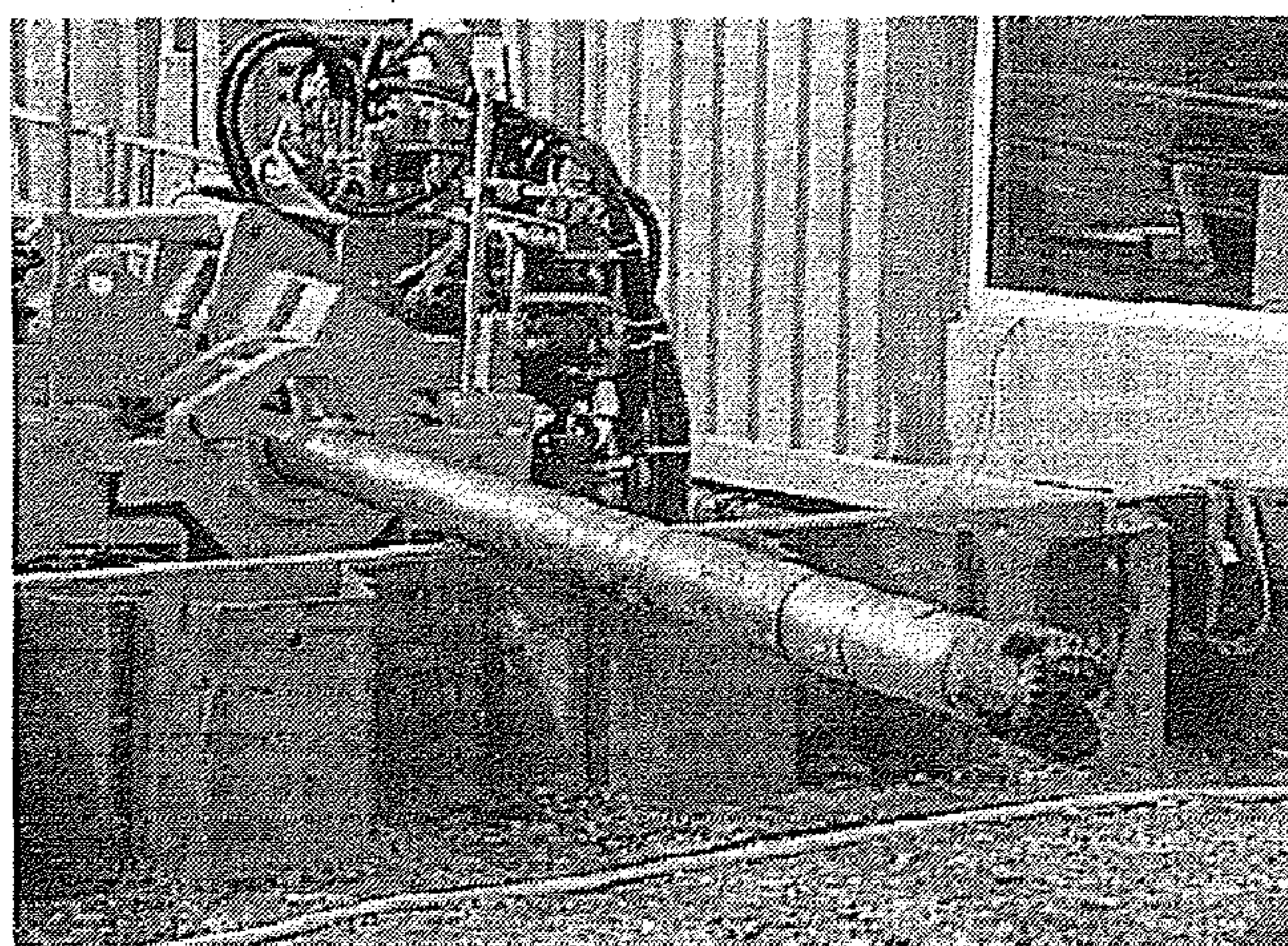


بدء تركيب المعدة علي محور النفق – المعدة ترتكز علي صف ستائر معدية قوية للأرتكاز عليها

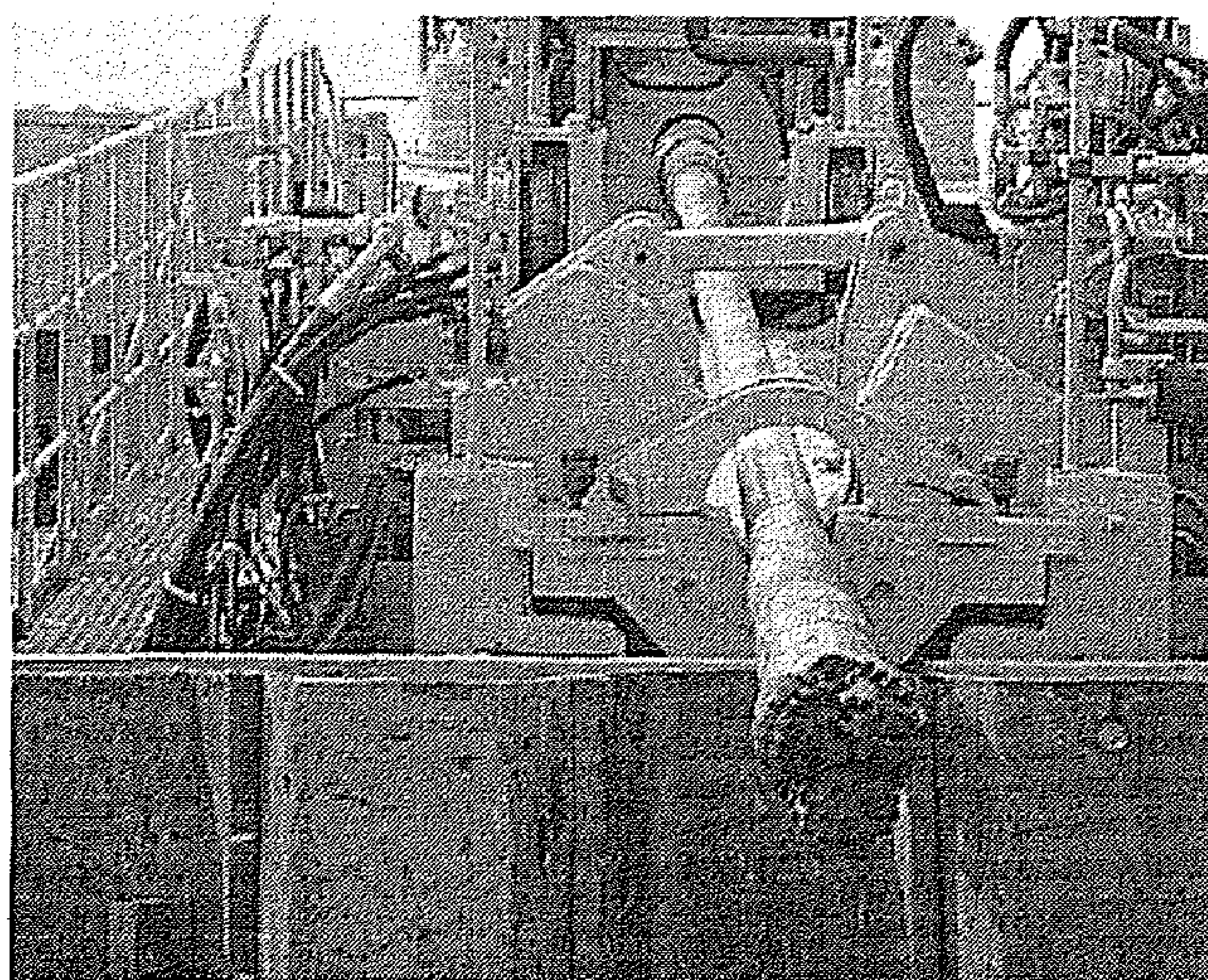




المعدة



مقدمة القضيب عبارة عن بريمة قوية للحفر . قضبان معدنية مقلوظة من الجهتين تتصل مع بعضها



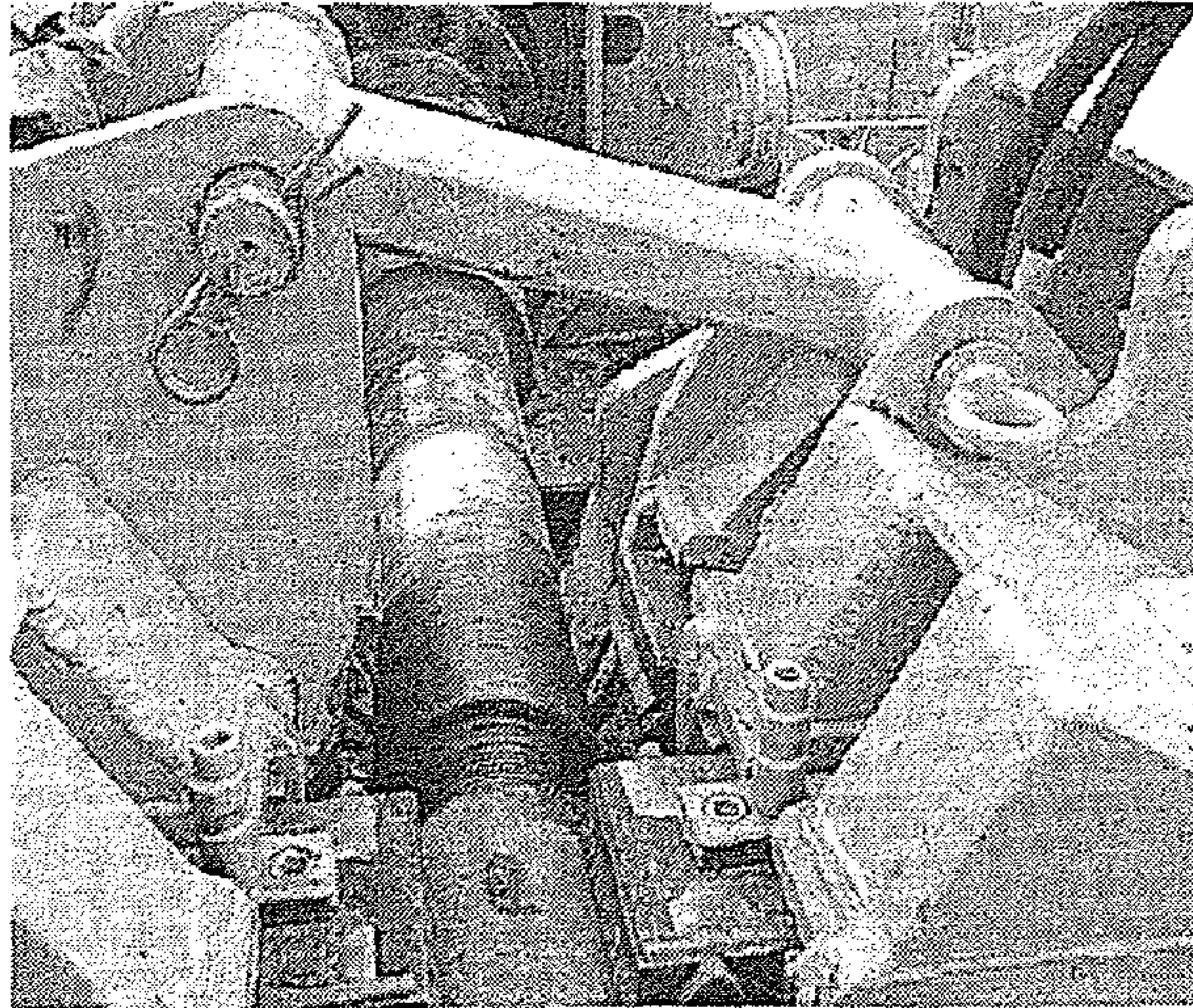
مقدمة القضيب عبارة عن بريمة قوية للحفر يعقبها قضبان مستديره



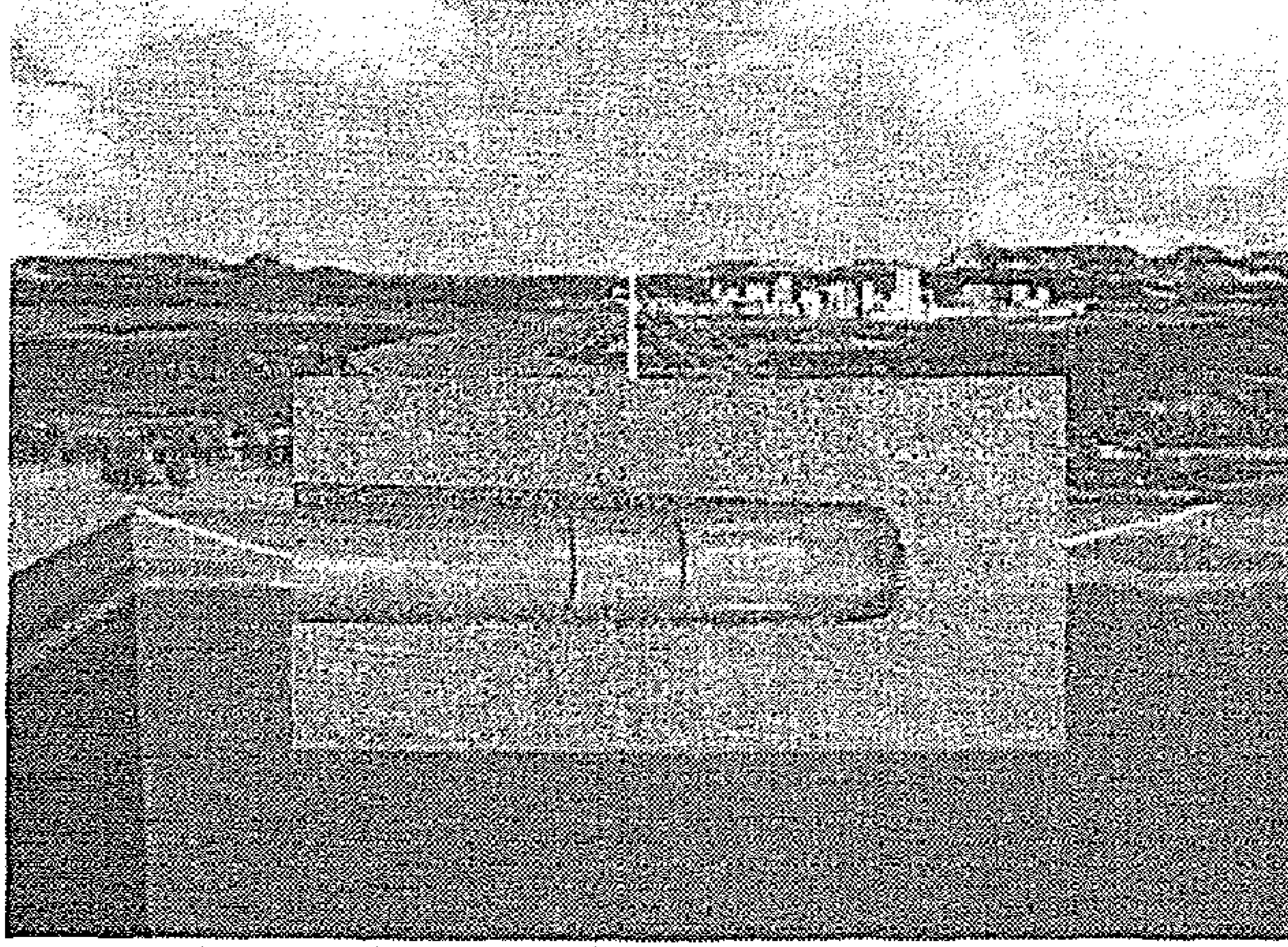
قضبان معدنية مقلوظة من الجهتين تترابط مع بعضا لتكون قضيبا طويلا



القضبان مشونة بجوار معدة الدفع – مقلوظة من الجهتين



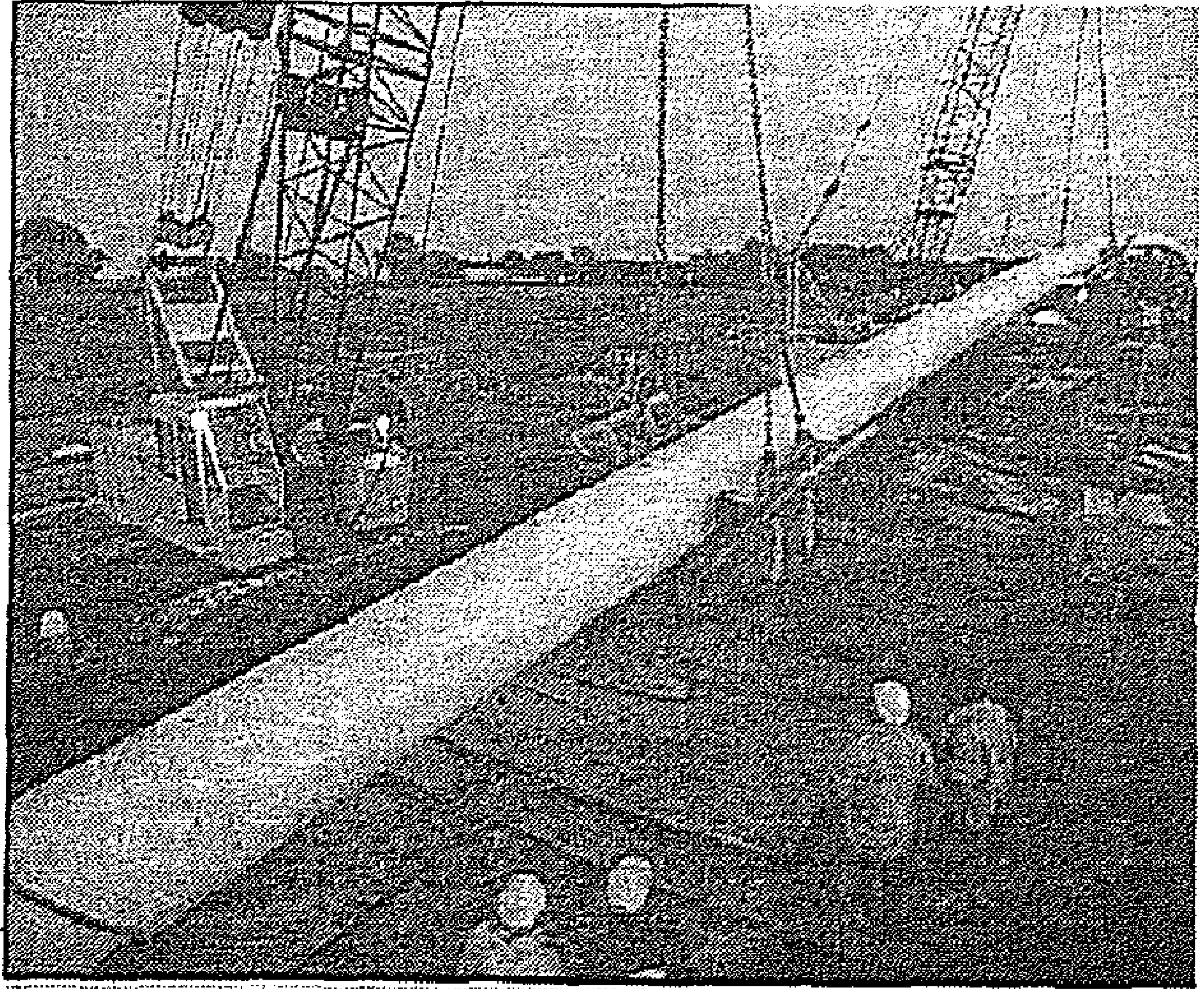
رباط القضبان مع بعضها بالقلاووظ



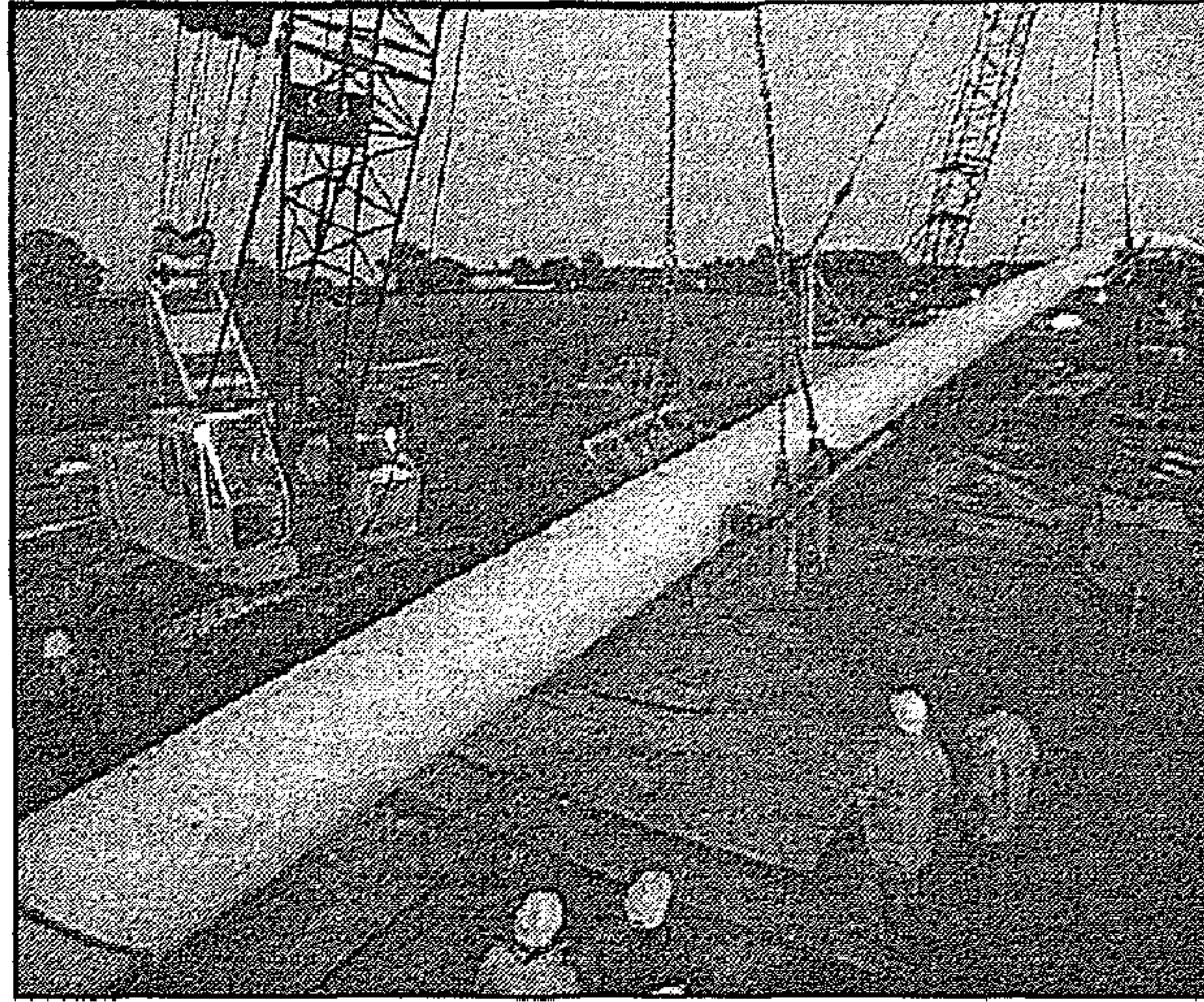
مقدمة الحفارة

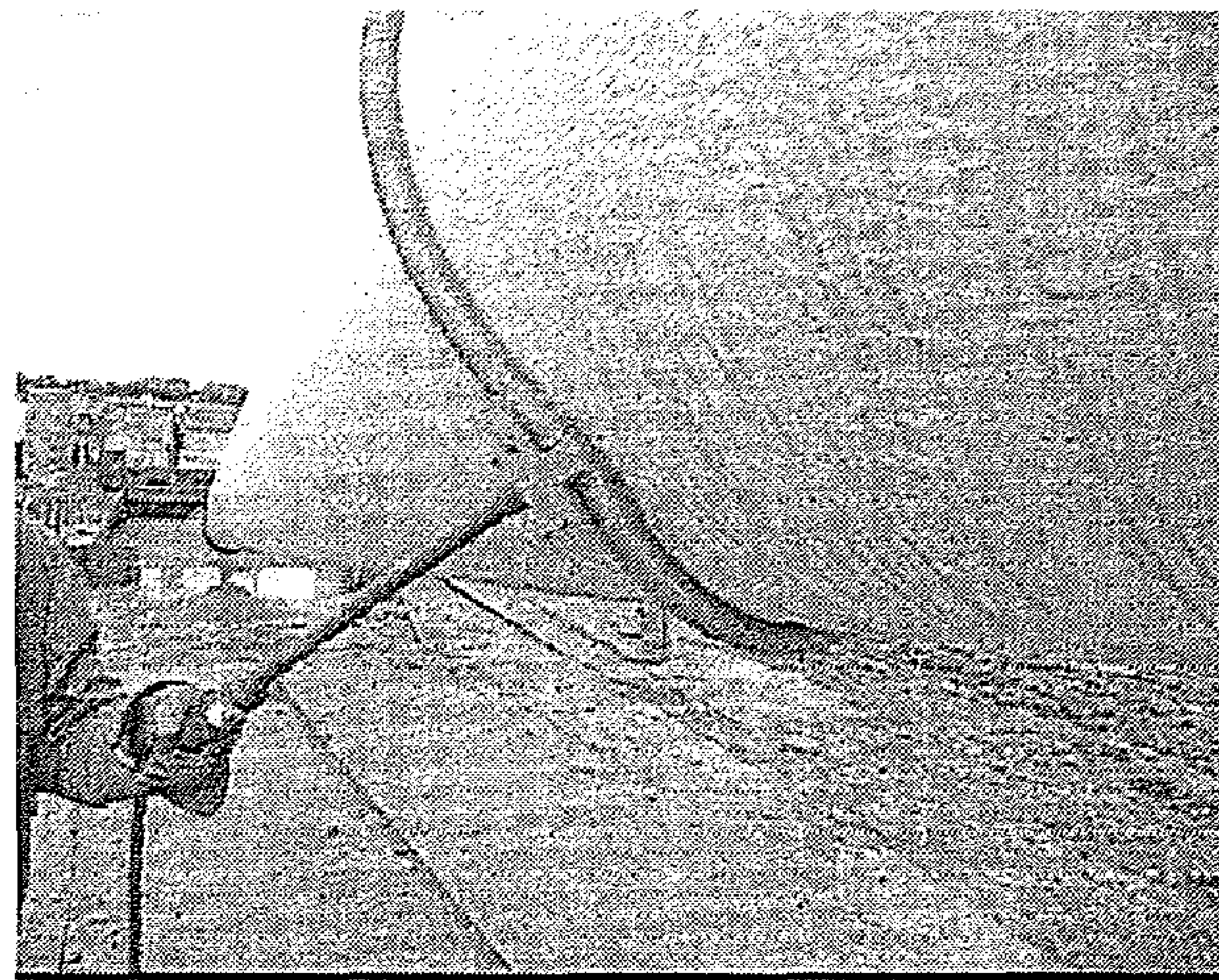


القضيب من الداخل – يدفع الماء بقوة كبيرة لترويب و أختراق الأرض لتسهيل أختراق الماسورة

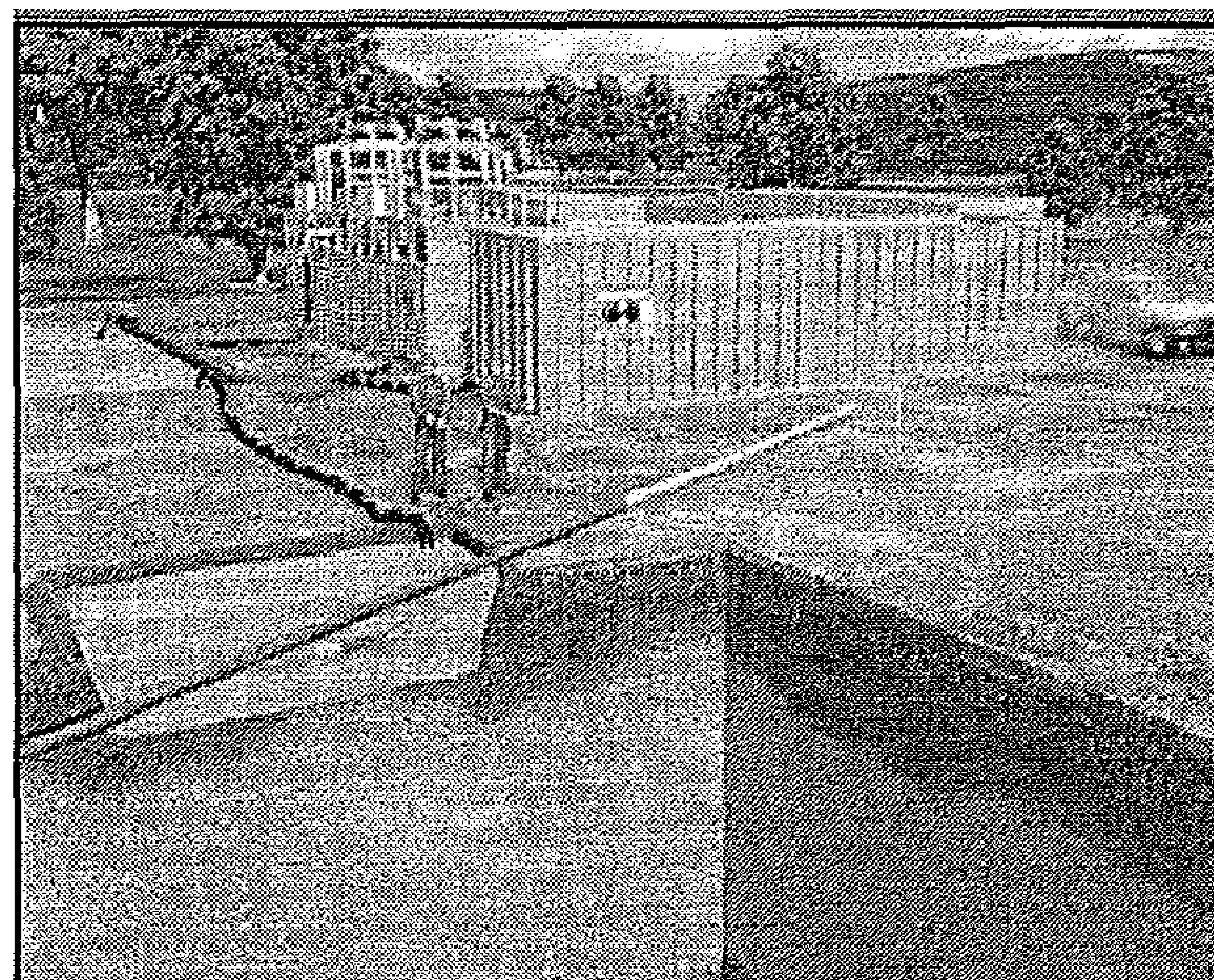


تحميل المواسير (الملحومة) علي أرتكازات علي محور النفق

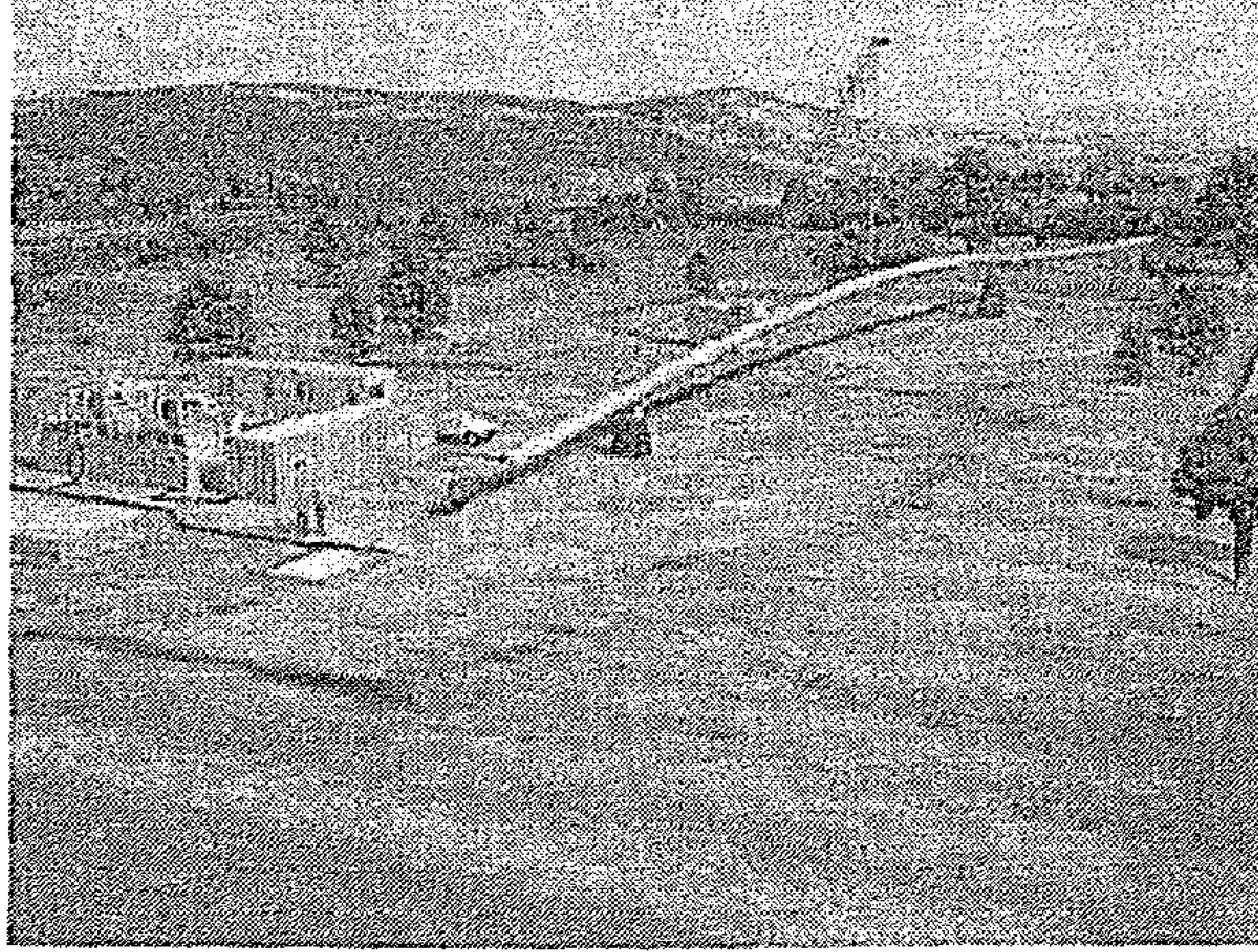




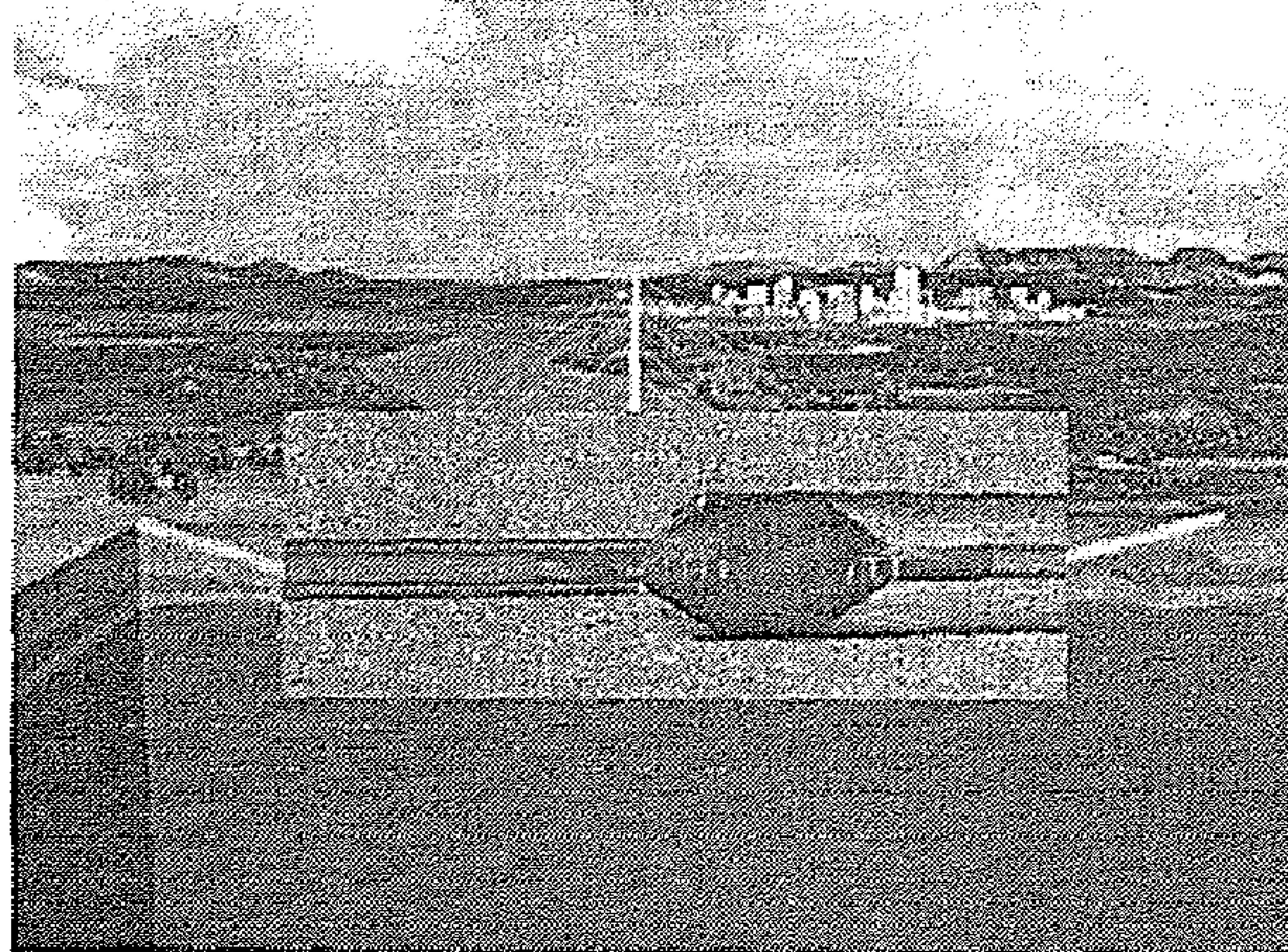
تجربة صلاحية العزل بجهاز كشاف هوليداي

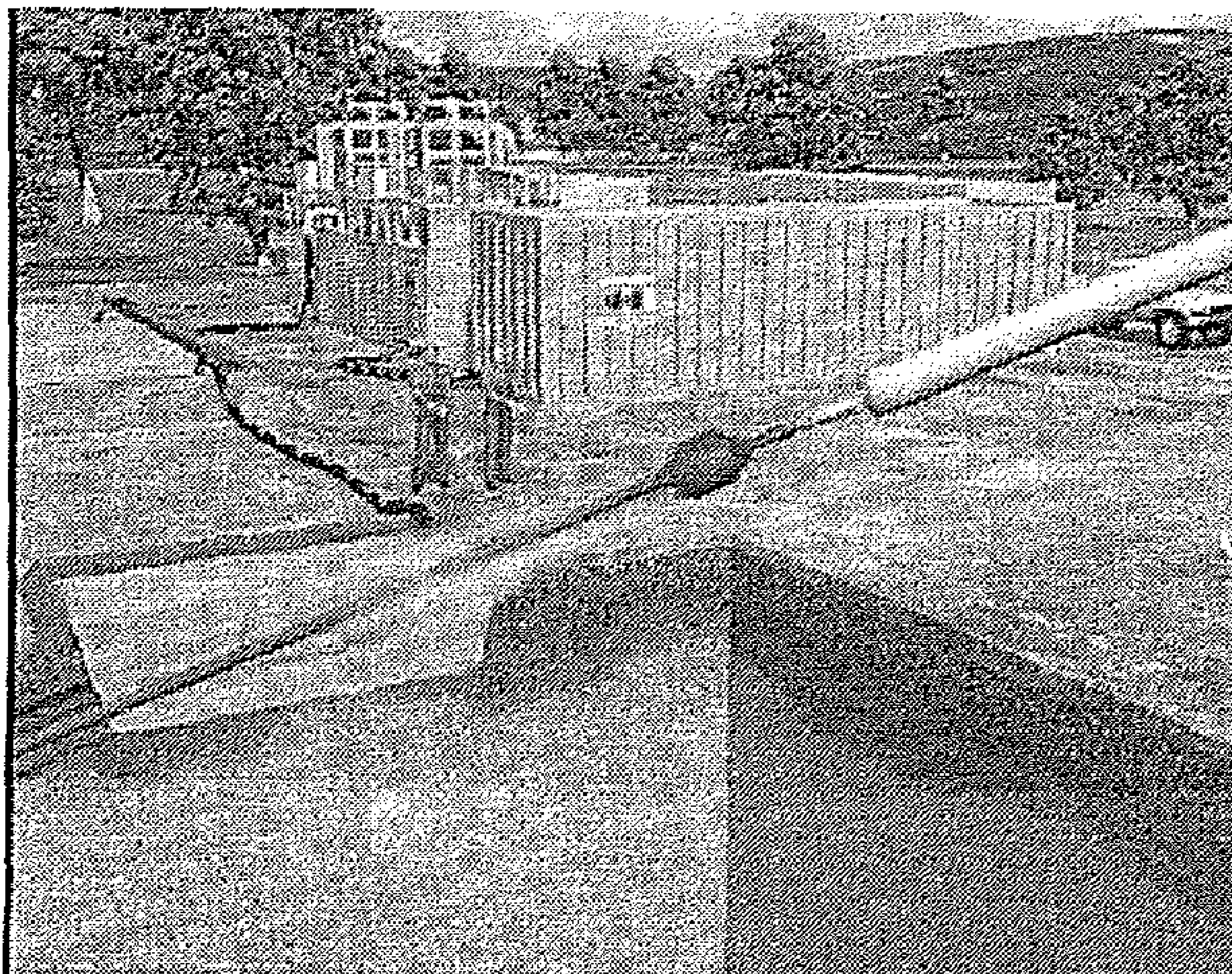


خط القضبان عند الخروج الي غرفة الأستقبال بعد أنتهاء النفق التجريبي **Pilot Tunnel**

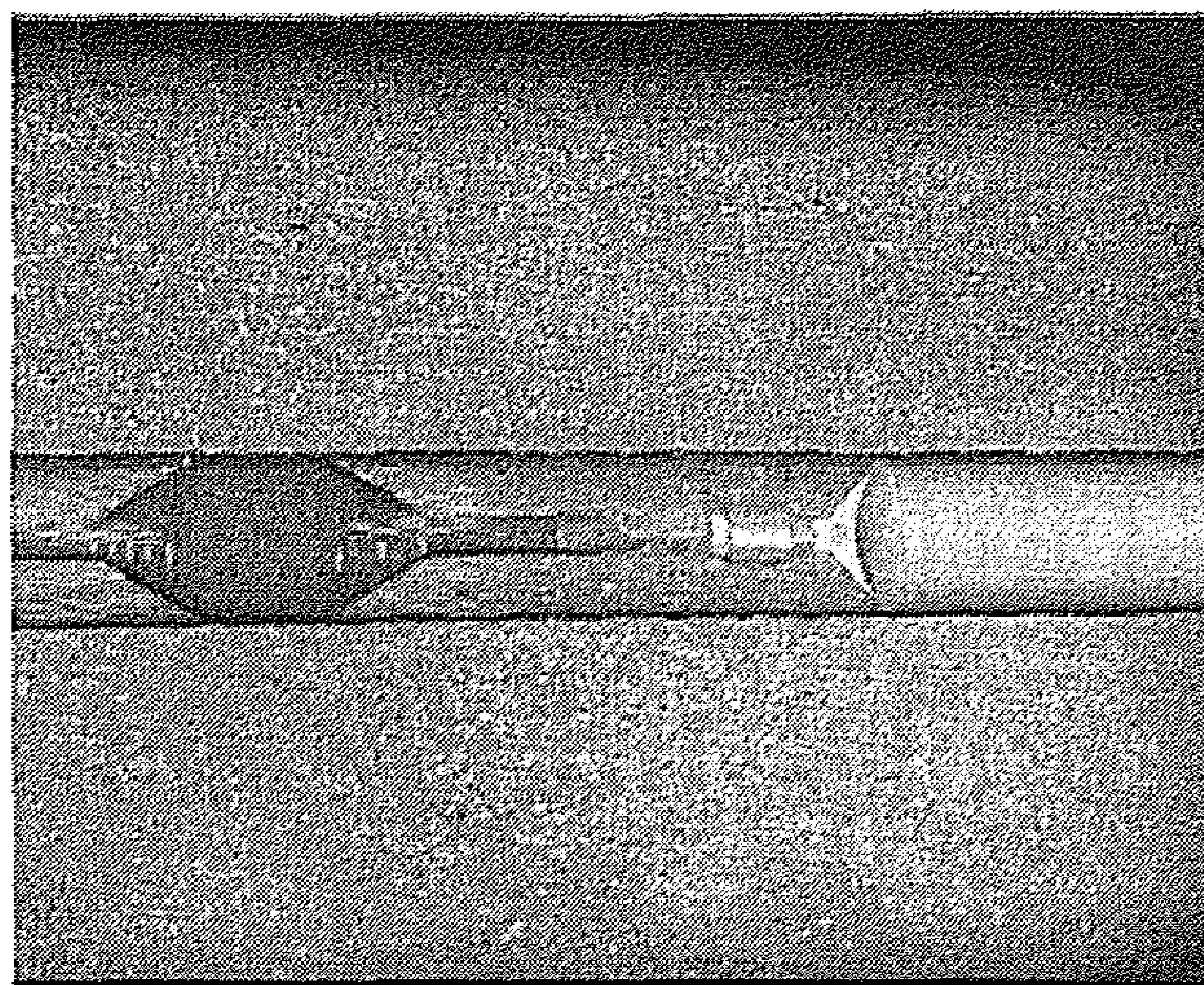


خط المواسير عند بداية العمل عند غرفة البداية مزودا من الأمام بقطعة لتوسيع النفق - يتم سحبه بواسط القضبان في نفس المسار

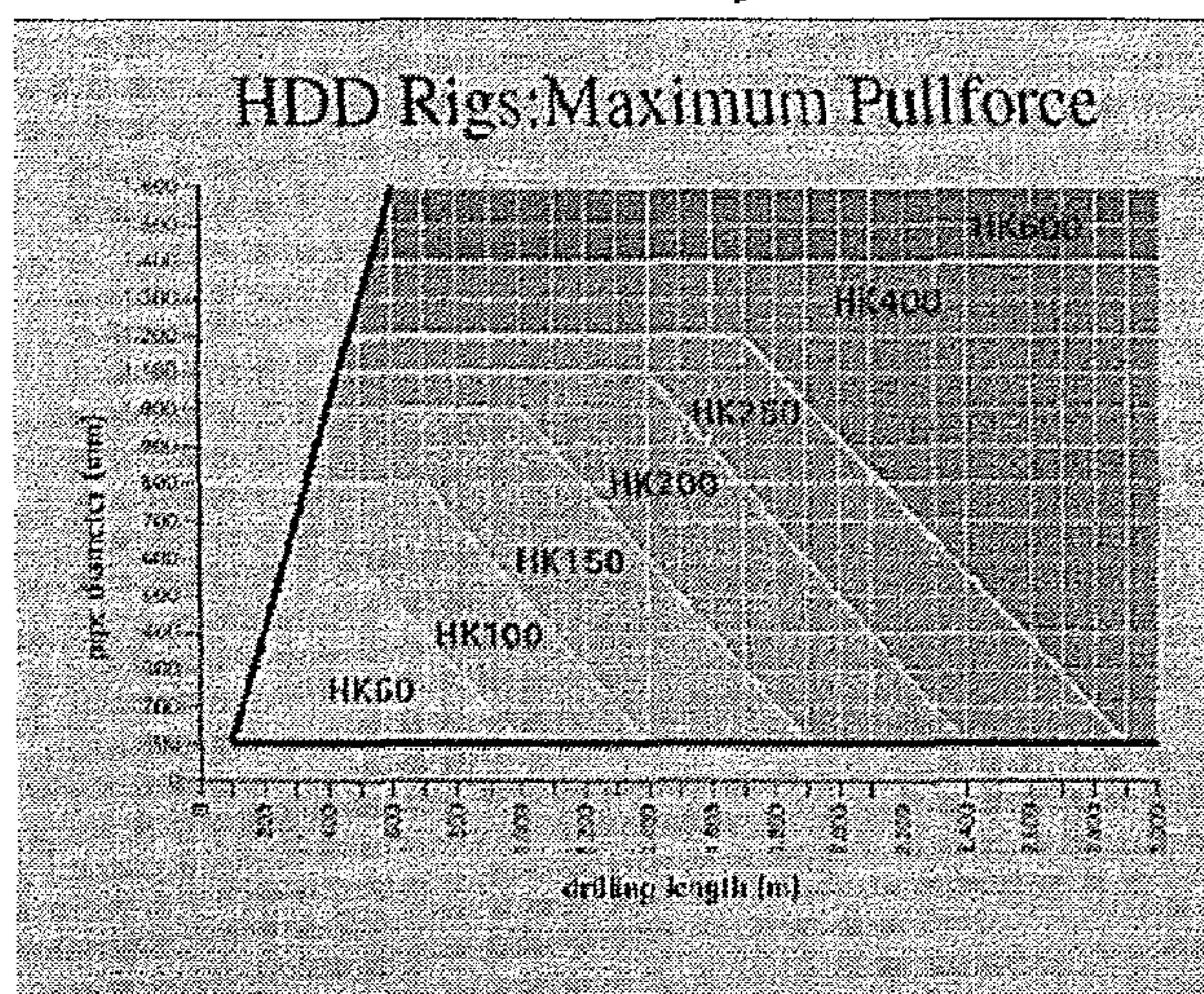


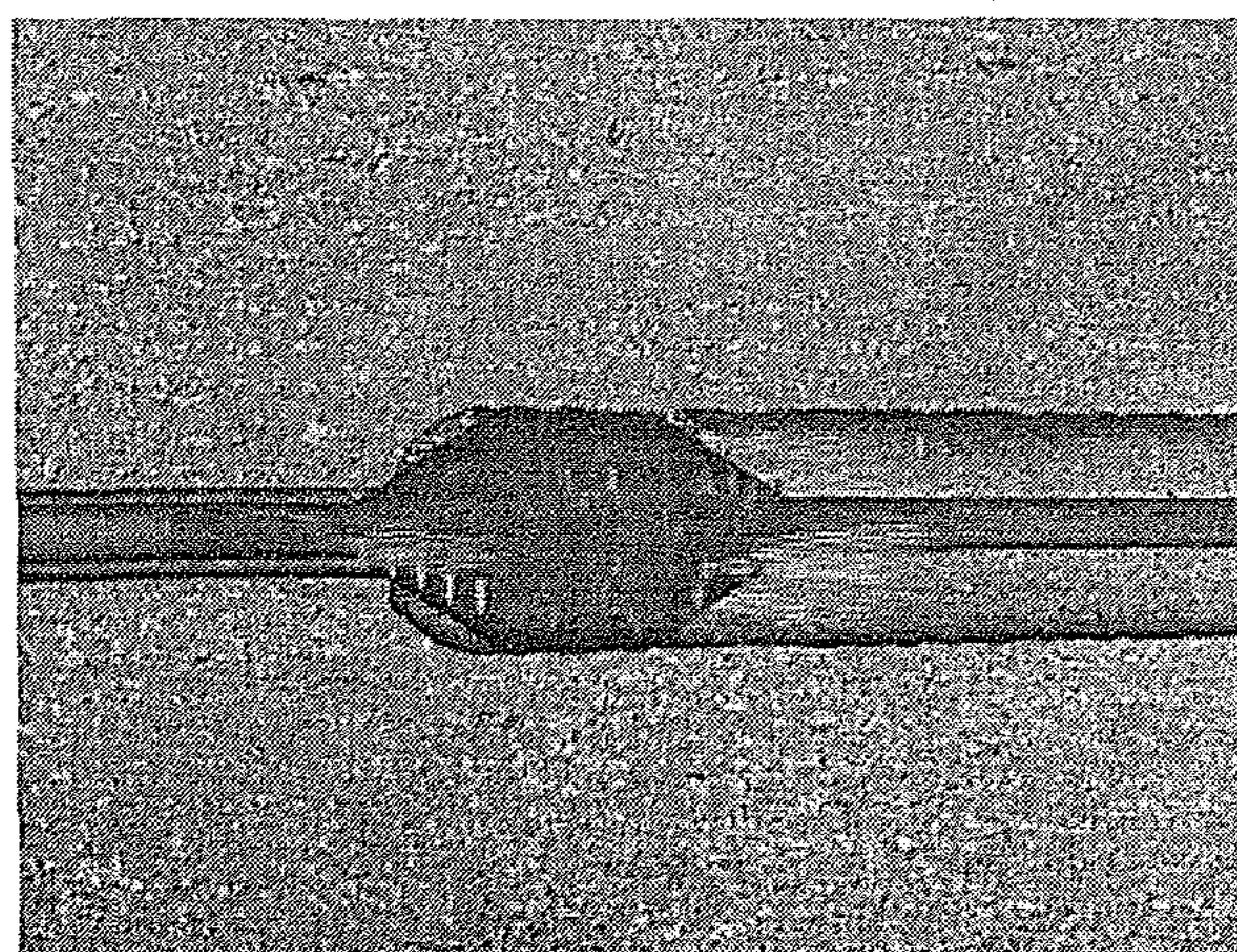


قطعة التوسيع ساحبة الماسورة المطلوب تركيبها مع حركة دائرية مع دفع المياه والسحب بواسطة القضبان السابق تركيبها



قطعة التوسيع ساحبة خلفها الماسورة المطلوب تركيبها مع قذف المياه بقوة و مشدود من الناحية الأخري بواسطة القضبان





تنفيذ غرفة البداية بنظام الحلقات الخرسانية سابقة الصب :

يعتبر هذا النظام عمليا لحد بعيد حيث :

١ – الأقتصاد في الوقت و التكاليف .

٢ – السهولة في التنفيذ .

٣ – يمكن بهذا النظام الوصول لأعماق كبيرة حسب مناسيب التصميم .

طريقة التنفيذ :

١ – الحفر في المكان المحدد لعمق لا يقل عن ١ متر وبالأتساع المطلوب ، علي أن يكون منسوب الحفر أعلي من المياه الجوفية . يتم تنزيل سكينة القطع Cutting Edge (وهي من الخرسانة المسلحة الجاهزة) .

٢ – يتم تجميع حلقات خرسانية سابقة الصب ورباطها بالمسامير لتكون أستدارة البيارة فوق سكينة القطع .

٣ – يتم بناء حائط ساند يحيط بموقع النفق .

٤ – نستخدم حفار كباش للحفر ، عند تعميق الحفر قد تميل البيارة في أتجاه ما ، يتم وضع أثقال في الجهة العالية لضبط أفقية البيارة .

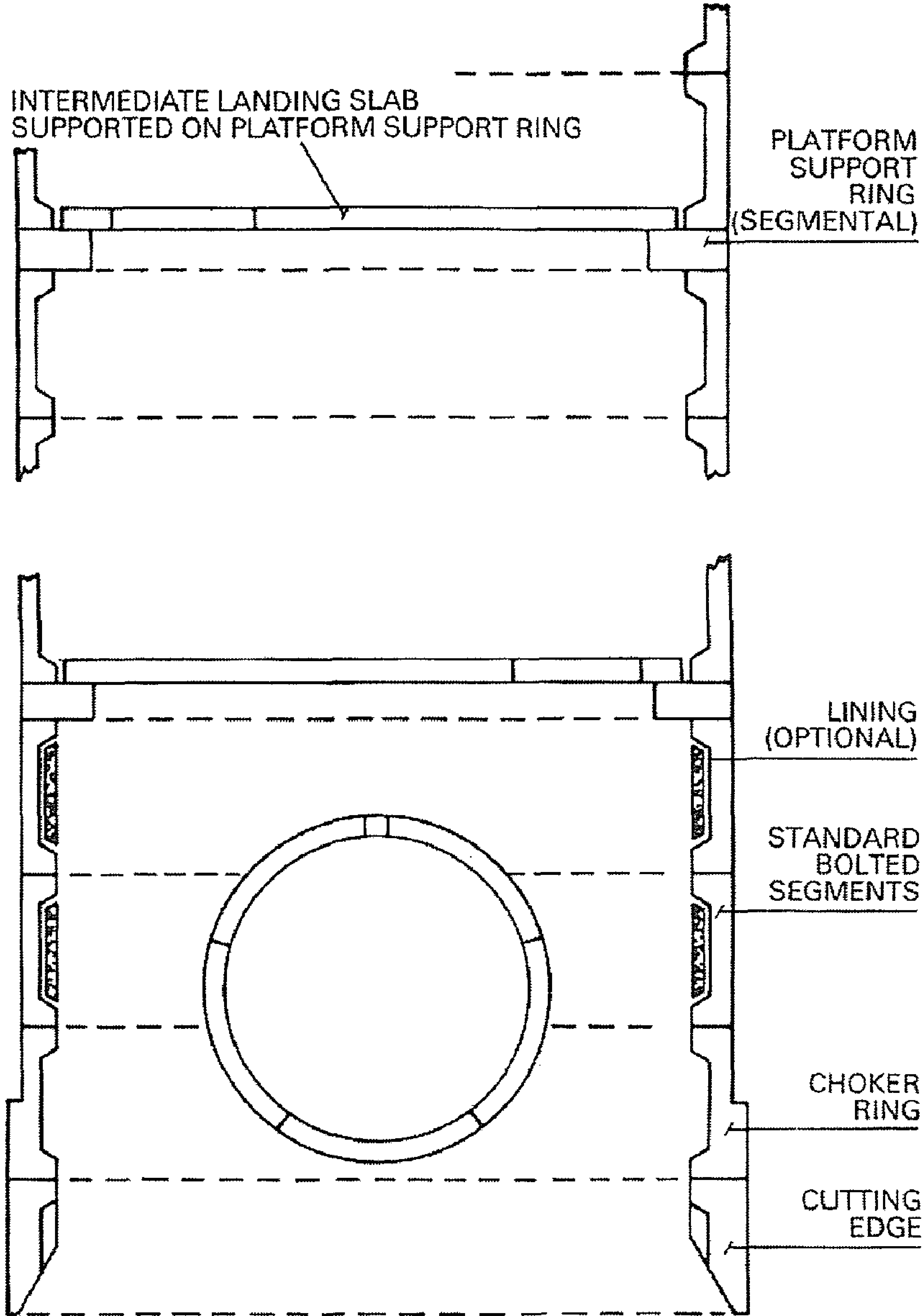
٥ – تضاف كميات من المياه داخل البيارة لمعادلة منسوب المياه داخل وخارج البيارة لمنع أي فوارات أو حركة في التربة .

٦ – عند الوصول الي المنسوب ، يتم صب خرسانة عادية Plug تحت منسوب الأرضية تحت منسوب الماء . تصب هذه الخرسانة لمقاومة قوي رفع المياه Up Lift بشكل آمن . تكون الأثقال متواجدة فوق سطح البيارة أثناء الصب .

٧ – عند وصول الخرسانة العادية المصبوبة الي القوة المطلوبة ، يتم رفع الأثقال من علي حوائط البيارة .

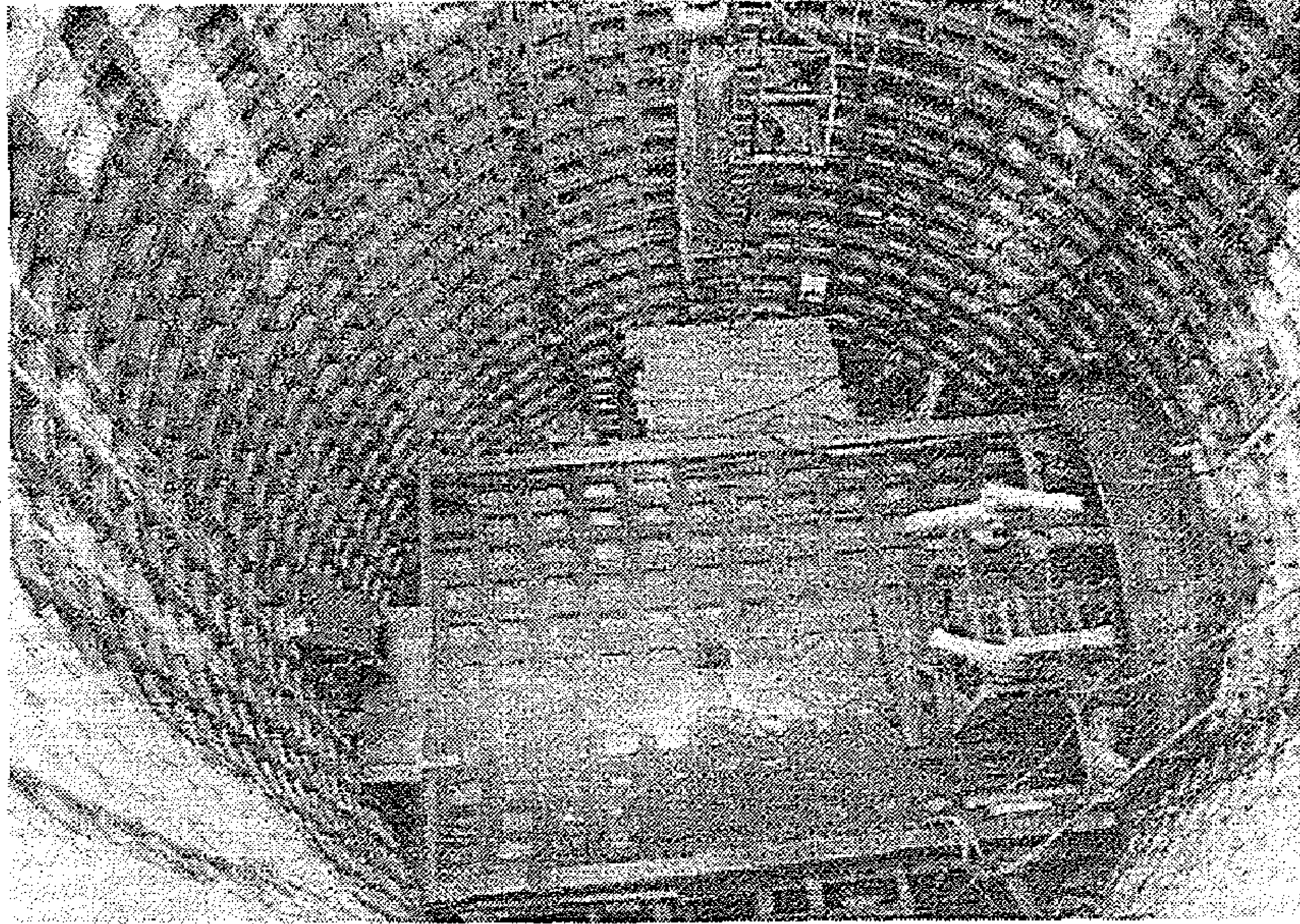
٨ – يتم سحب الماء من داخل البيارة وأجراء عملية الحقن للخرسانة العدية لمنع الرشح داخل البيارة .

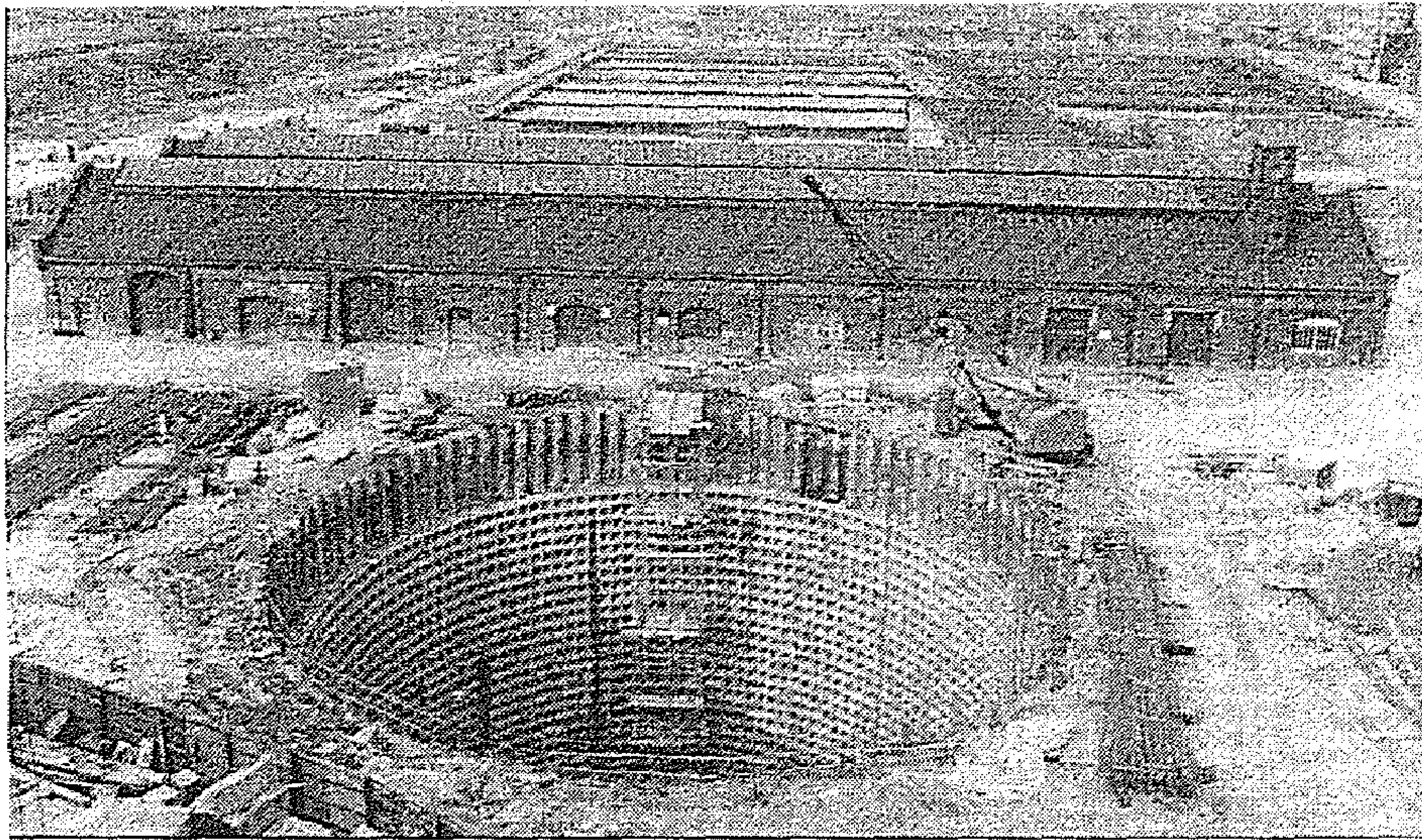
٩ – قد يستلزم الأمر عمل حقن للحلقات الخرسانية سابقة الصب (الحوائط) من الخارج للمساعدة علي أنزلاق البيارة .



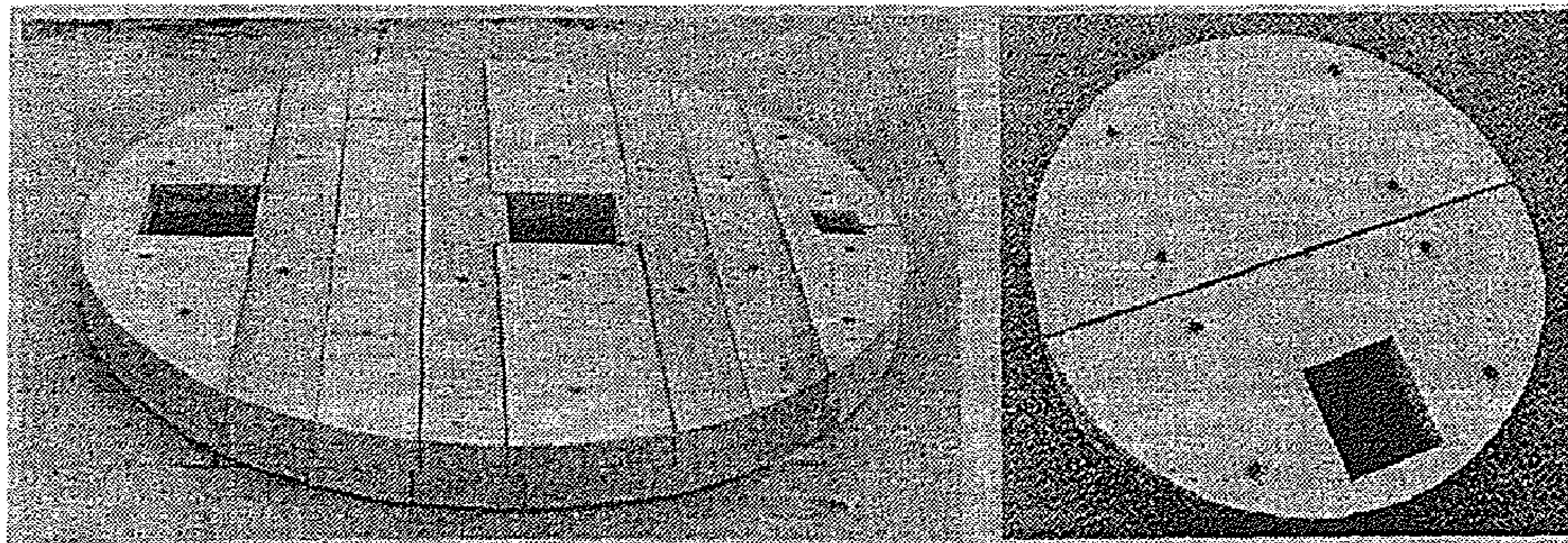
شكل (٥) بيارة الدفع – منفذة من الحلقات الخرسانية سابقة الصب

١٠ – عند تركيب الحلقات الخرسانية في البيارة ، تحدد الحلقات التي سيخترقها ماكينة الحفر والدرغ وتسليحها بالفيبرجلاس حتي تتمكن الحفارة من أختراقها . يمكن تصنيع سقف البيارة بأجزاء خرسانية سابقة الصب .





تابع شكل (٥) البيارة منفذة بالقطع الخرسانية الجاهزة



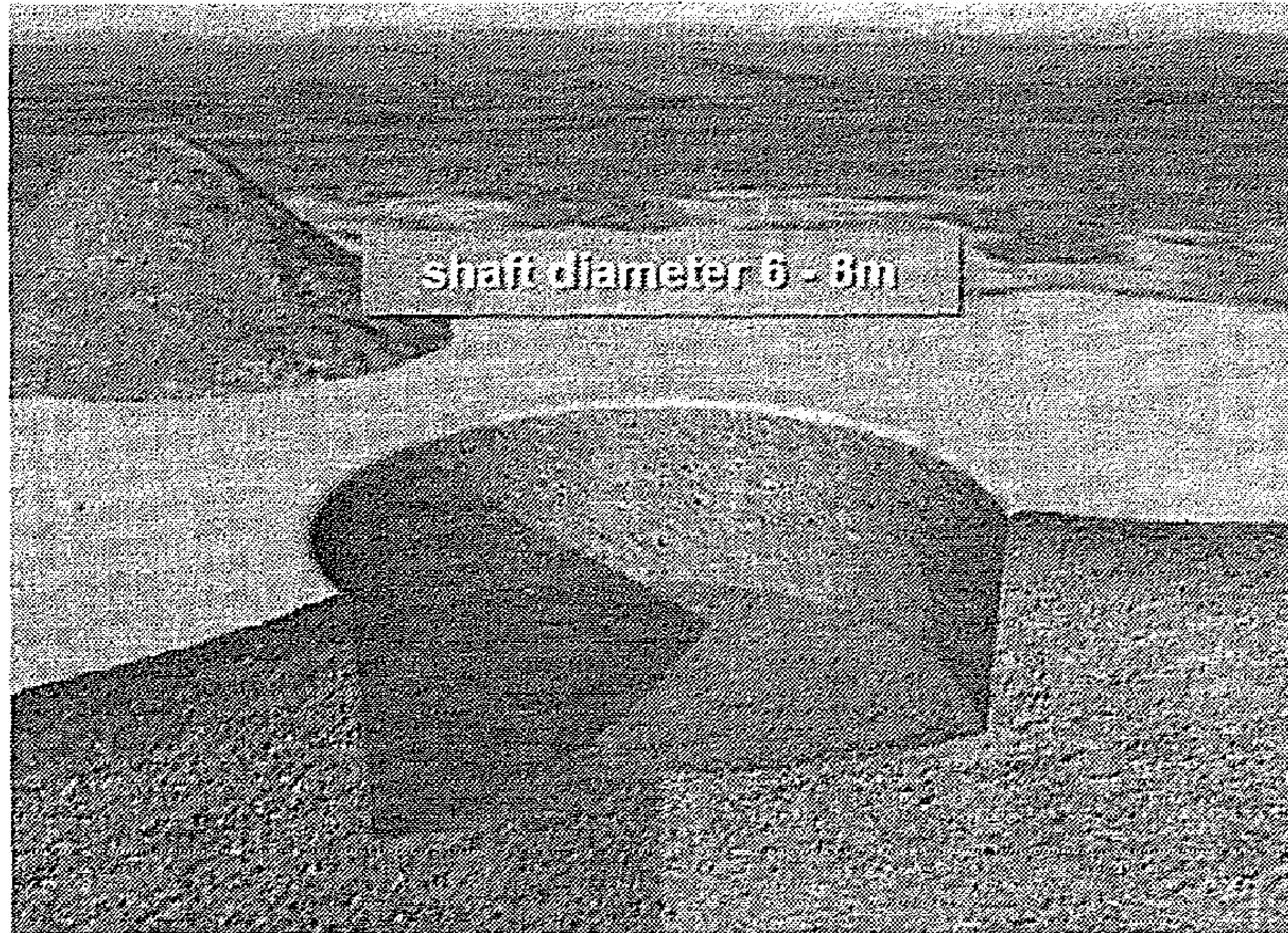
شكل (٥) سقف البيارة – خرسانات سابقة الصب (حسب رغبة المالك)

طريقة أخري لتنفيذ غرفة البداية (الدفع) باستخدام الميكنة الكاملة :

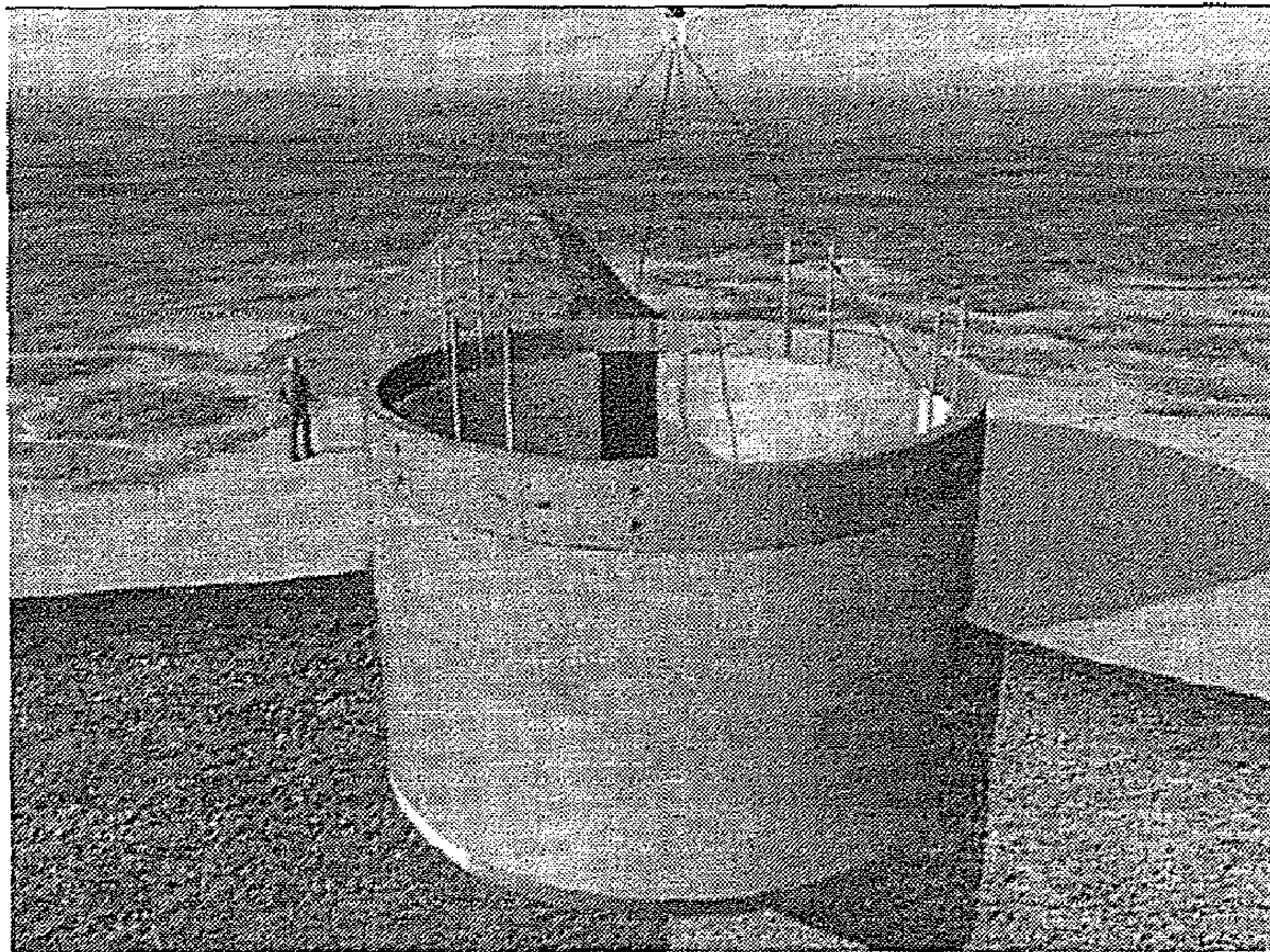
الطريقة الأولي - شكل (٦) :

HERRENKNECHT

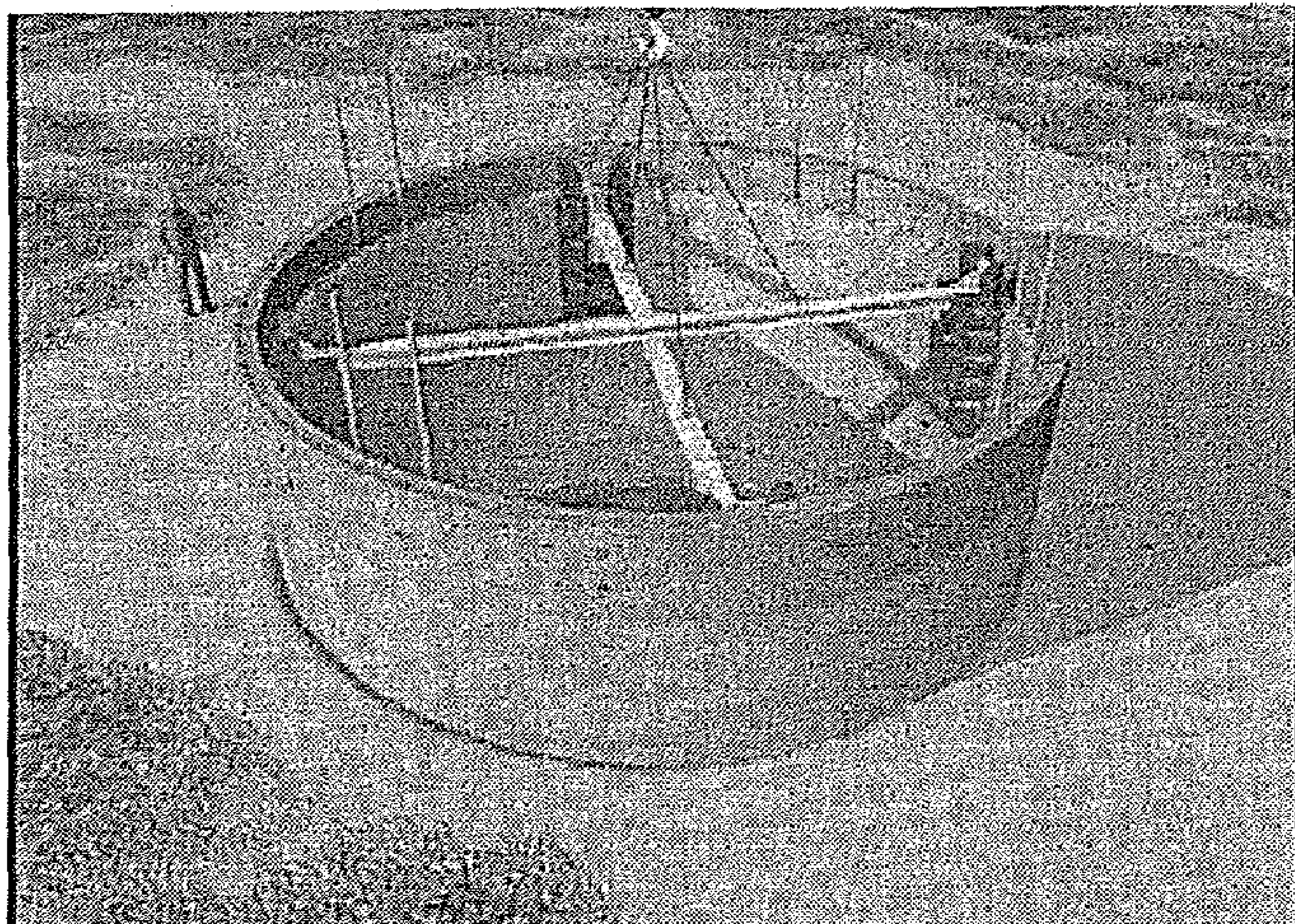
shaft sinking equipment



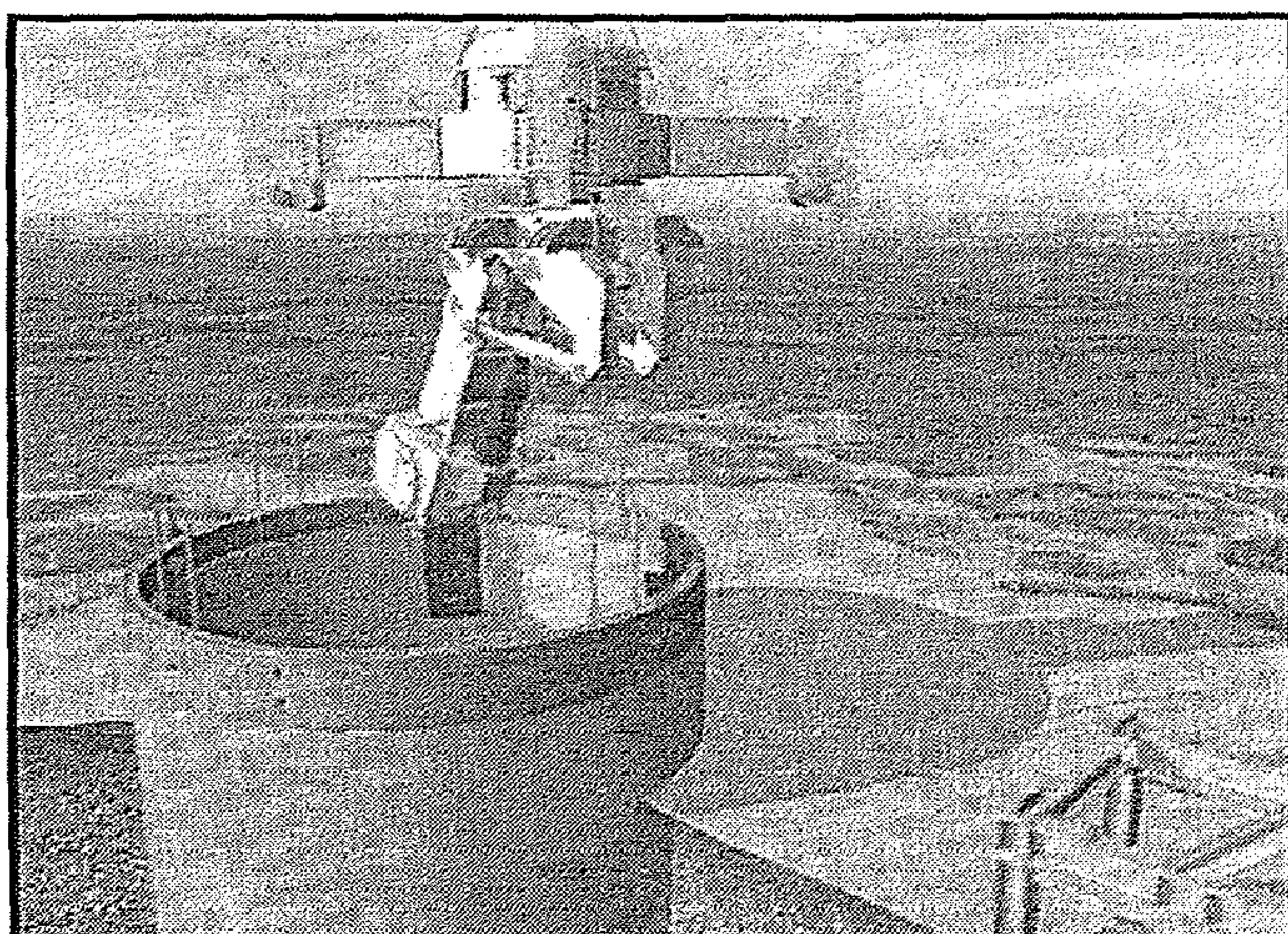
حفر مكشوف لبيارة قطر ٦ متر و حتي عمق ٢ متر



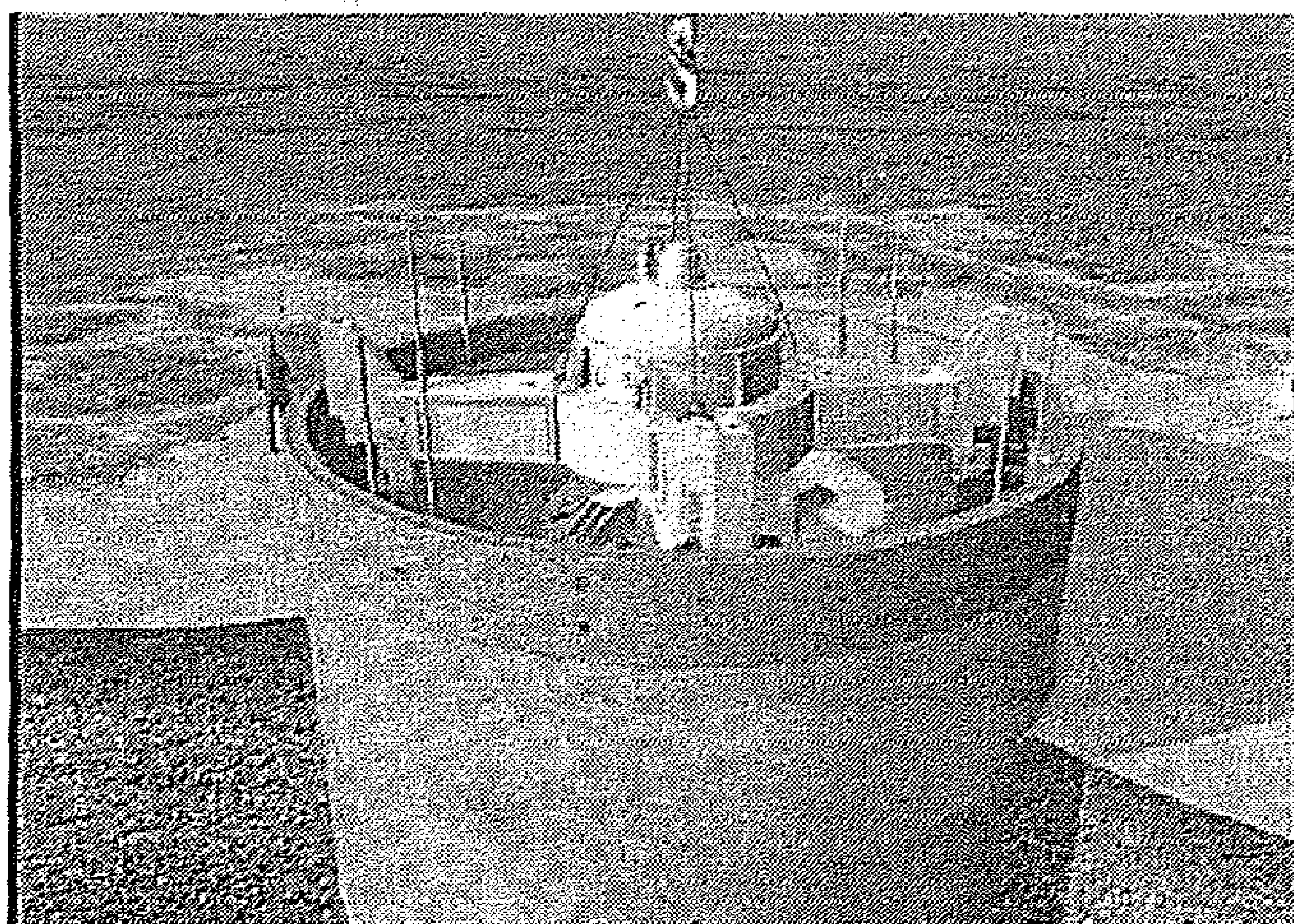
تكوين البيارة من قطع خرسانية Segments فوق سطح الأرض وترفع بواسطة الونش الي موقعها داخل الحفر



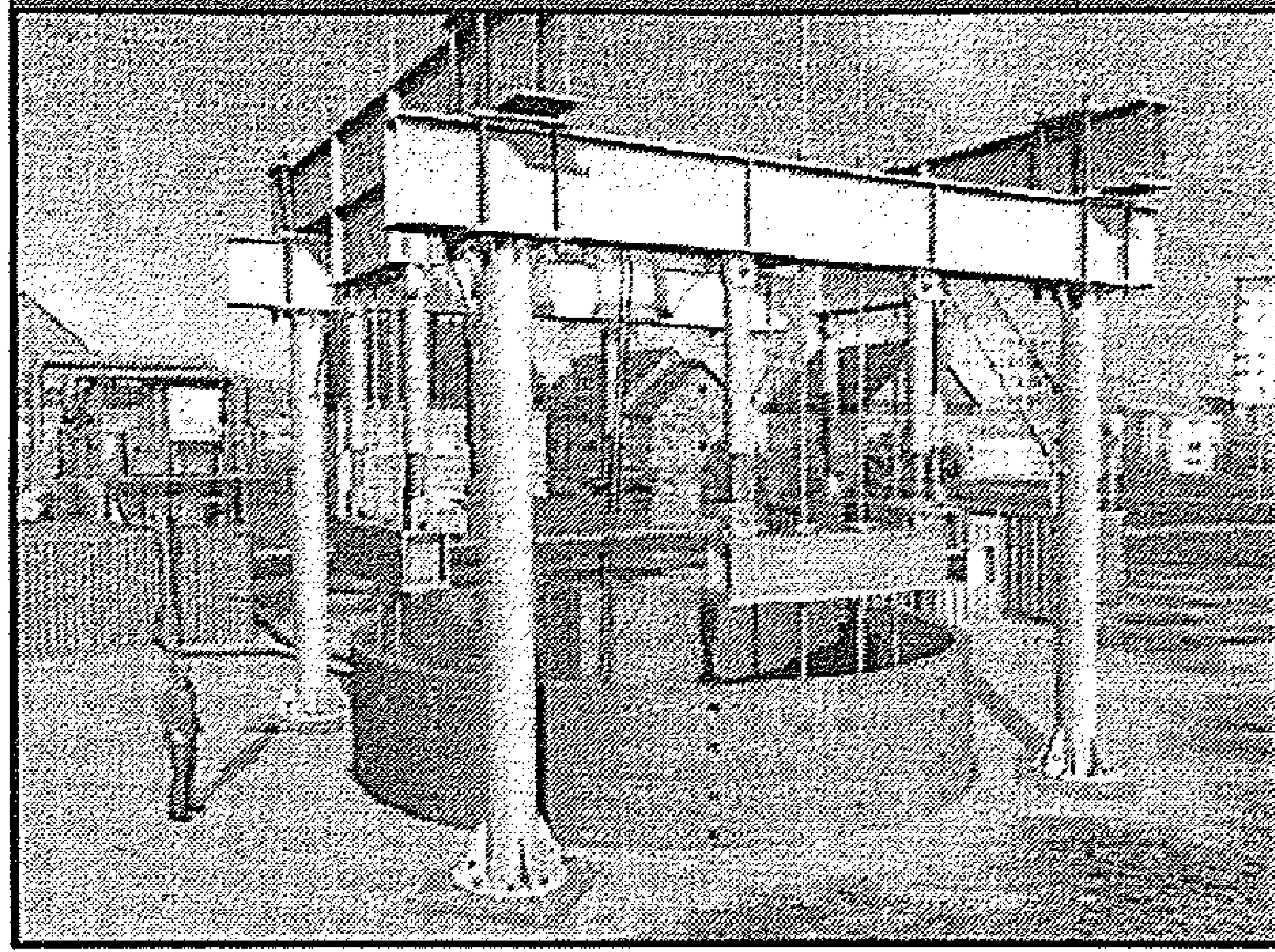
تثبيت الأطارات المعدنية لمعدة الحفر



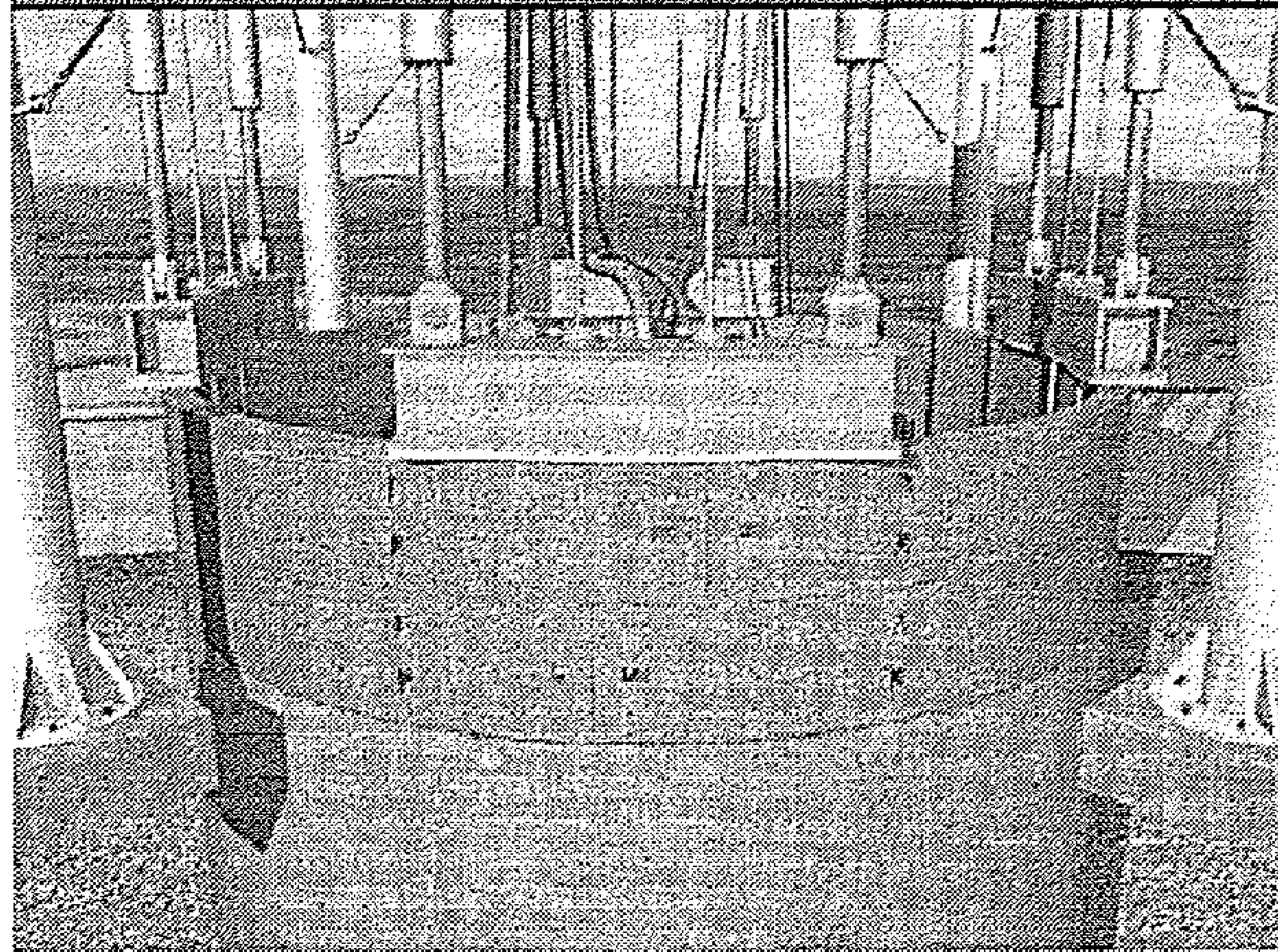
تركيب معدة الحفر و سحب التربة



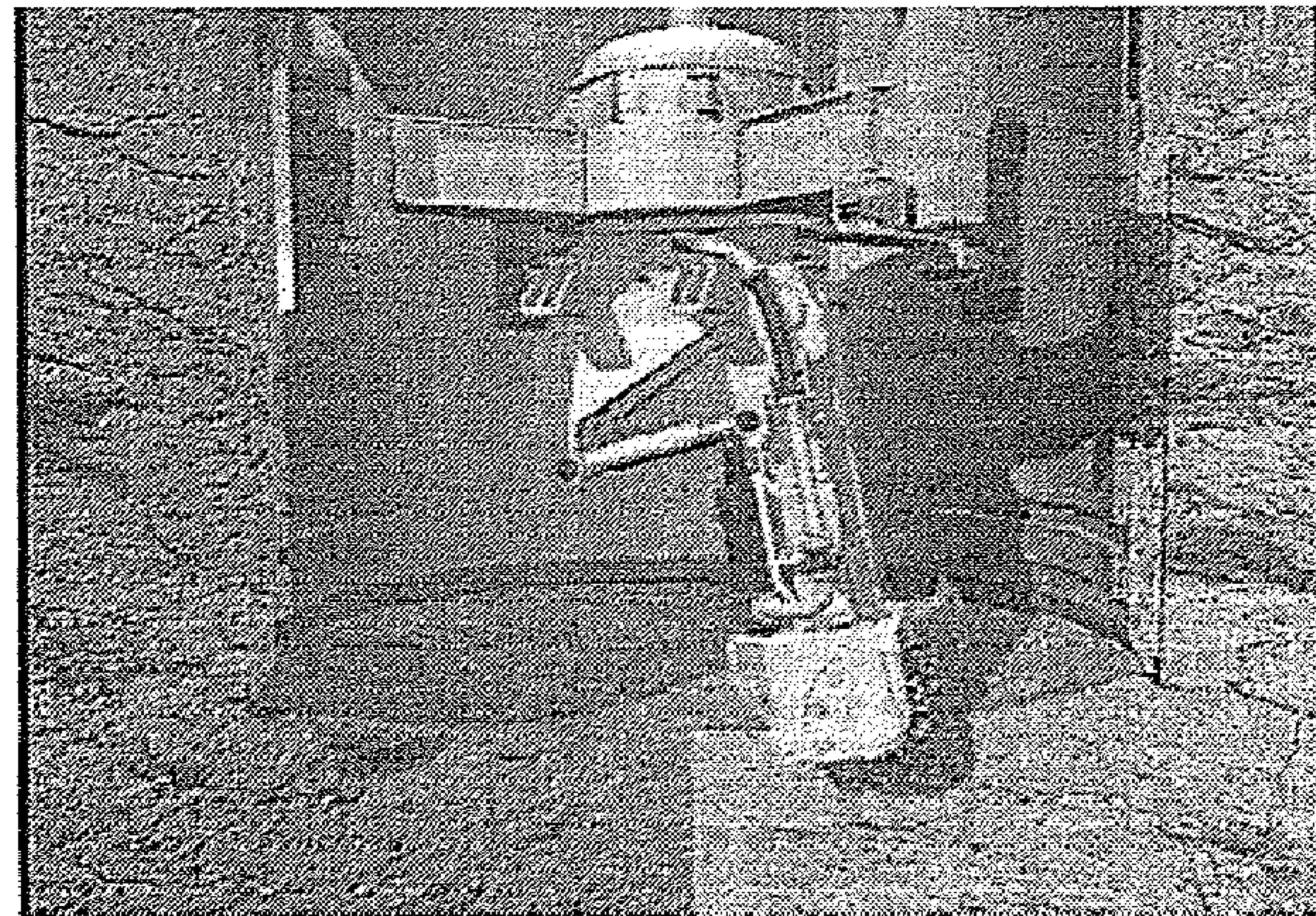
أستكمال تركيب معدة الحفر



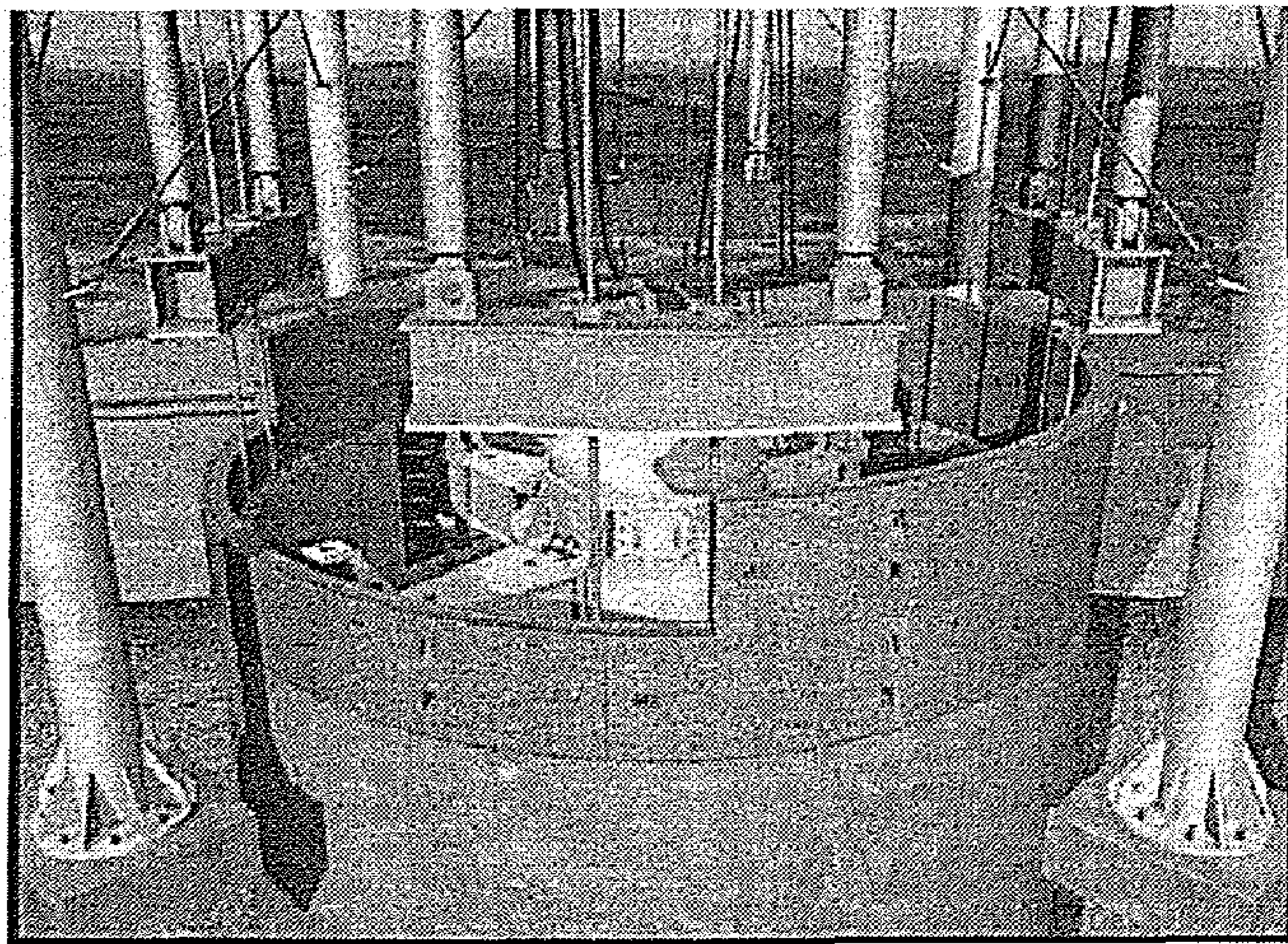
شكل (٦) تركيب أطار معدني خارجي علي أربعة أعمدة في الأتجاه الرأسي يثبت في الأرض بشدادات قوية ، هذا الأطار يحمل ماكينة الحفر وشفط الروبة ، كما يزود بثلاث مجموعات من روافع هيدروليكية تضغط علي حافة القطع الخرسانية العليا لتغويصها



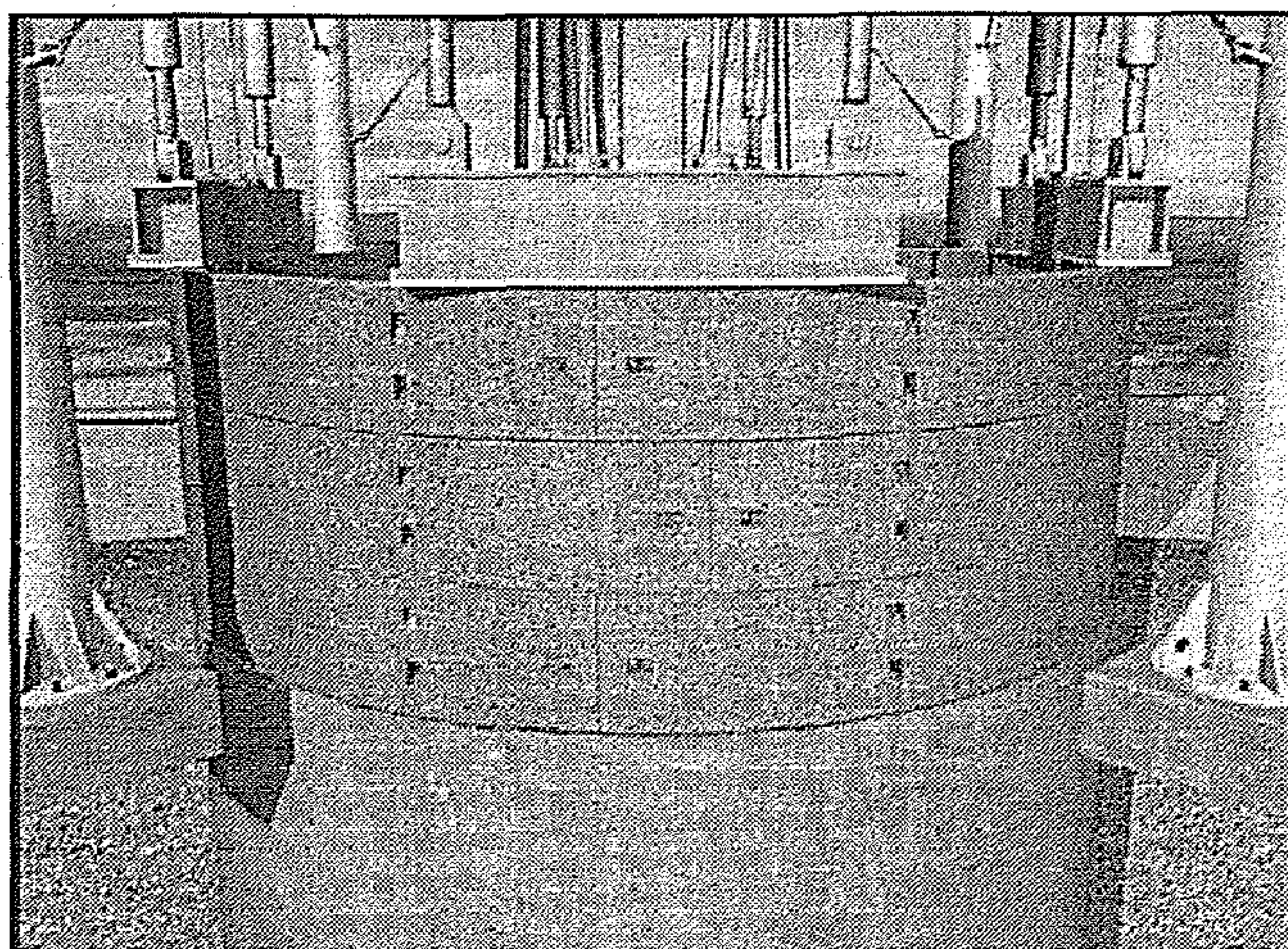
الضغط علي الحلقات الخرسانية بالروافع



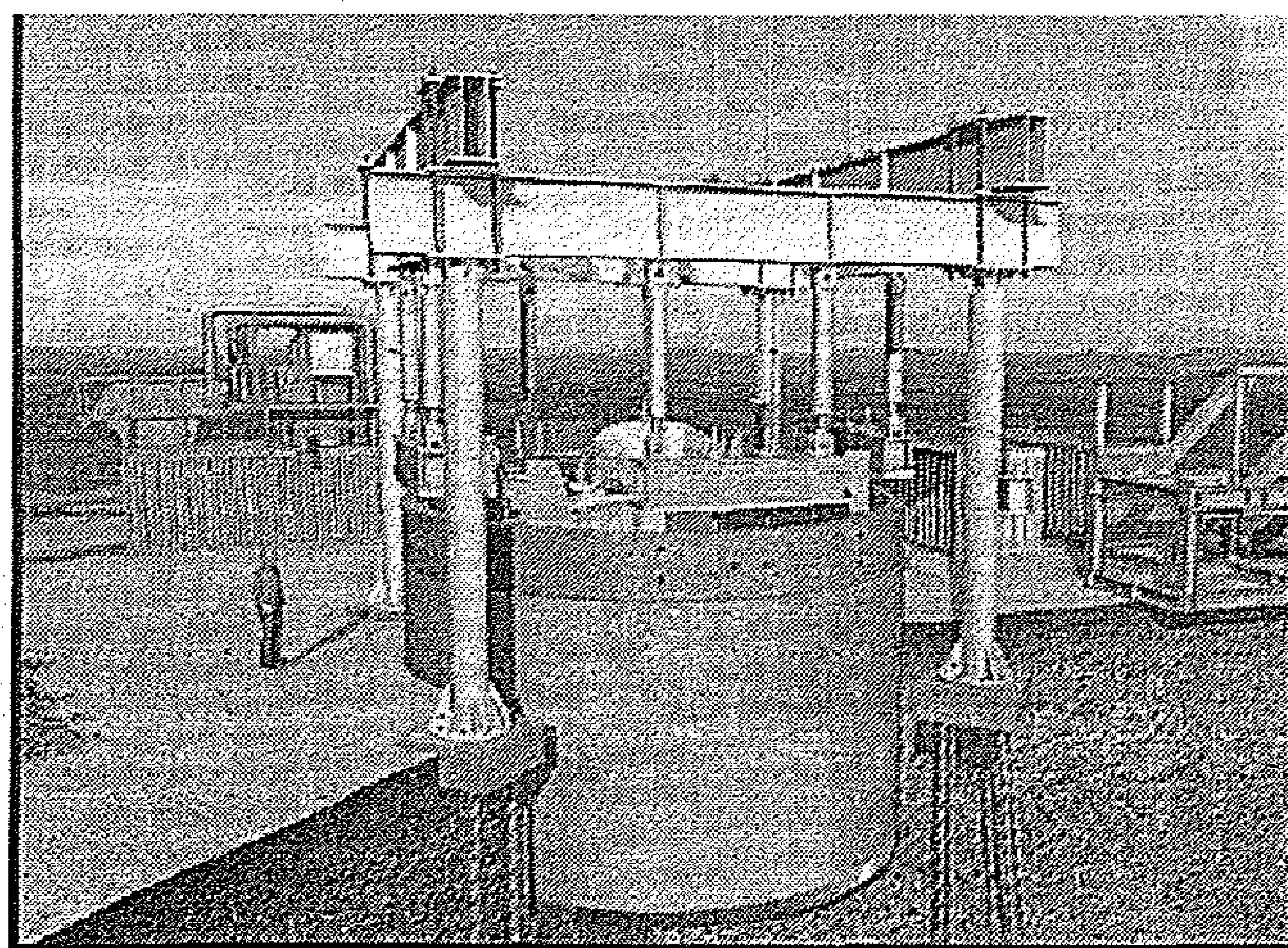
الحفارة وطلمبة الروبة



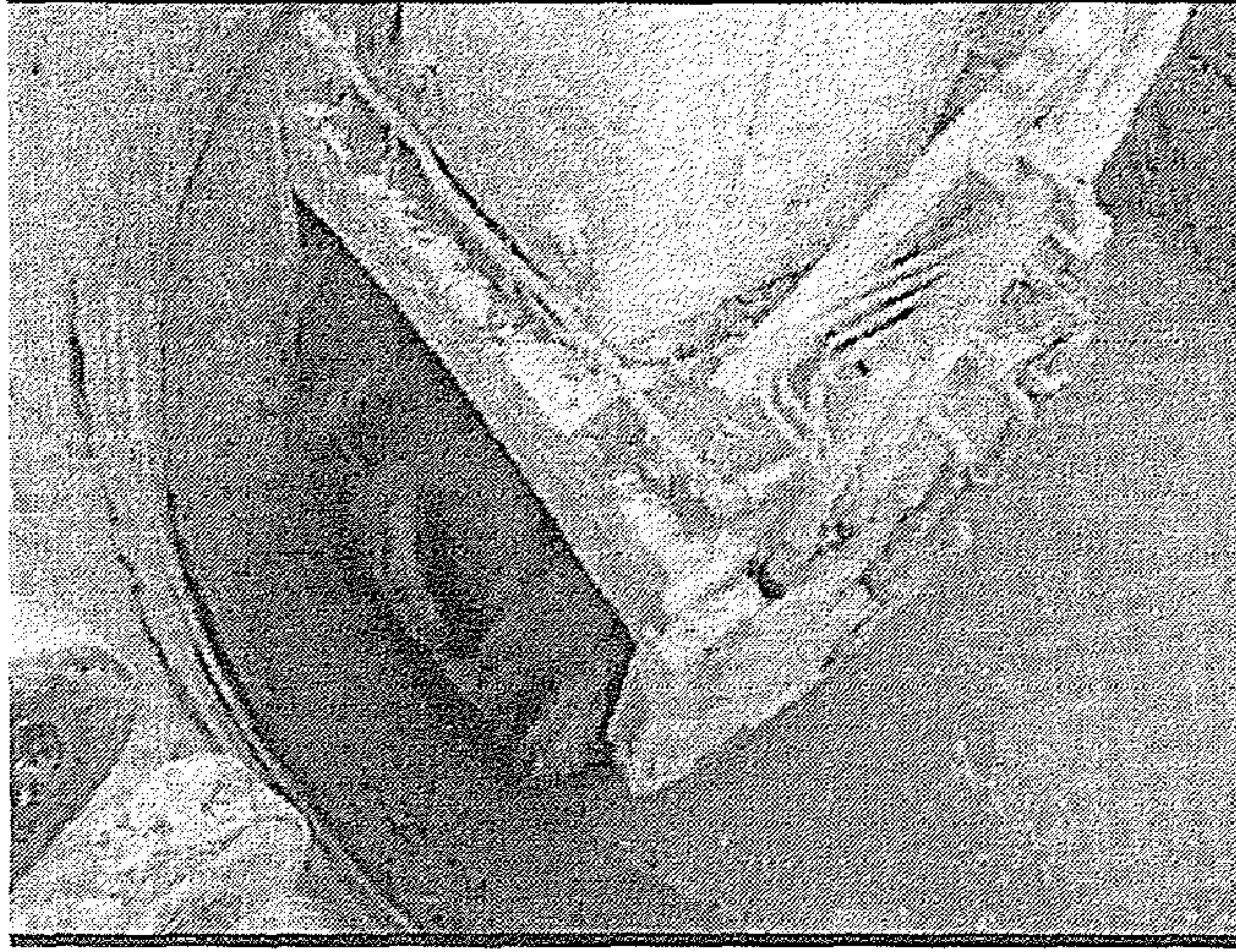
تركيب حلقات خرسانية أضافية



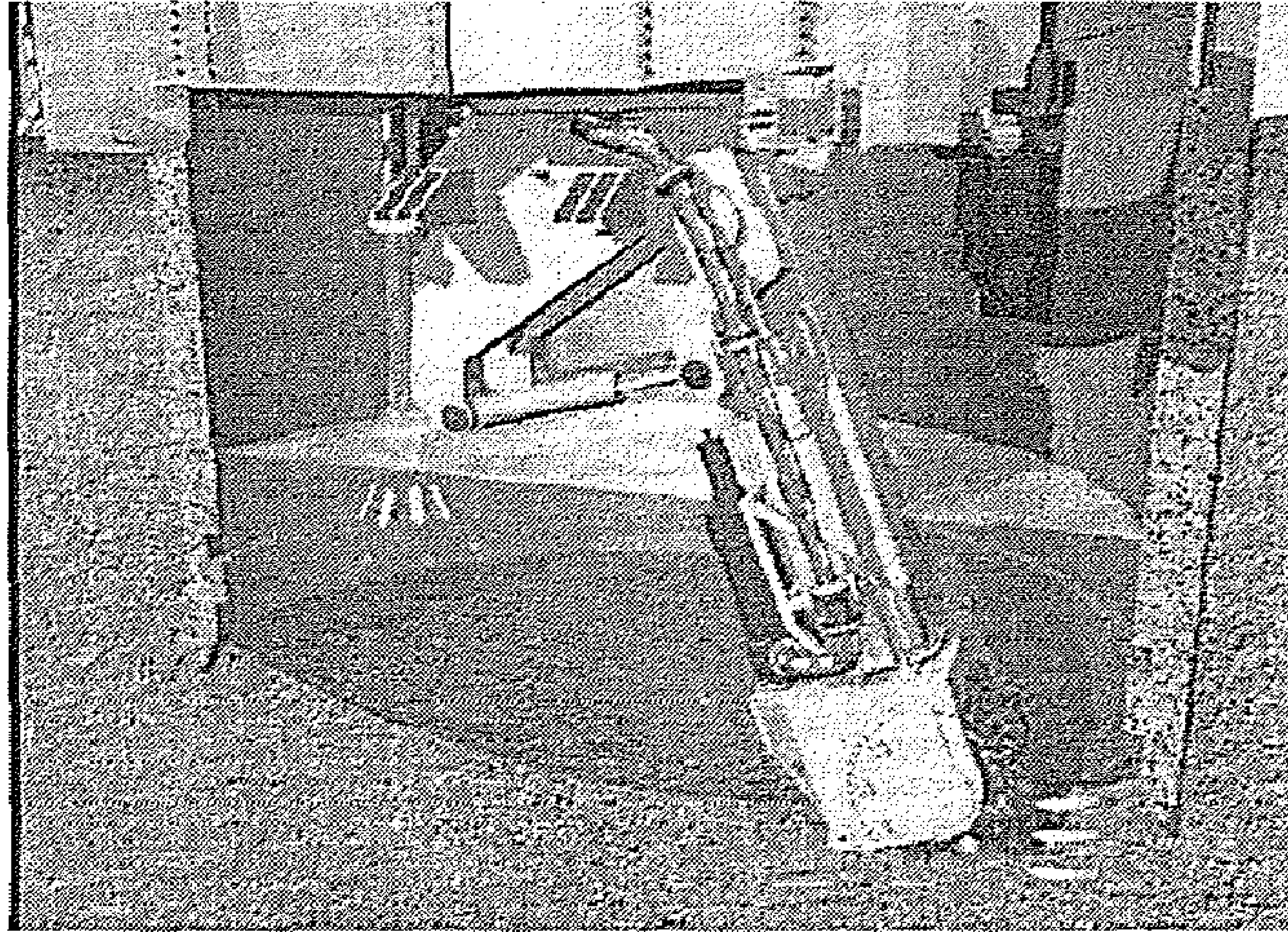
أعادة الضغط لتغويص البيارة



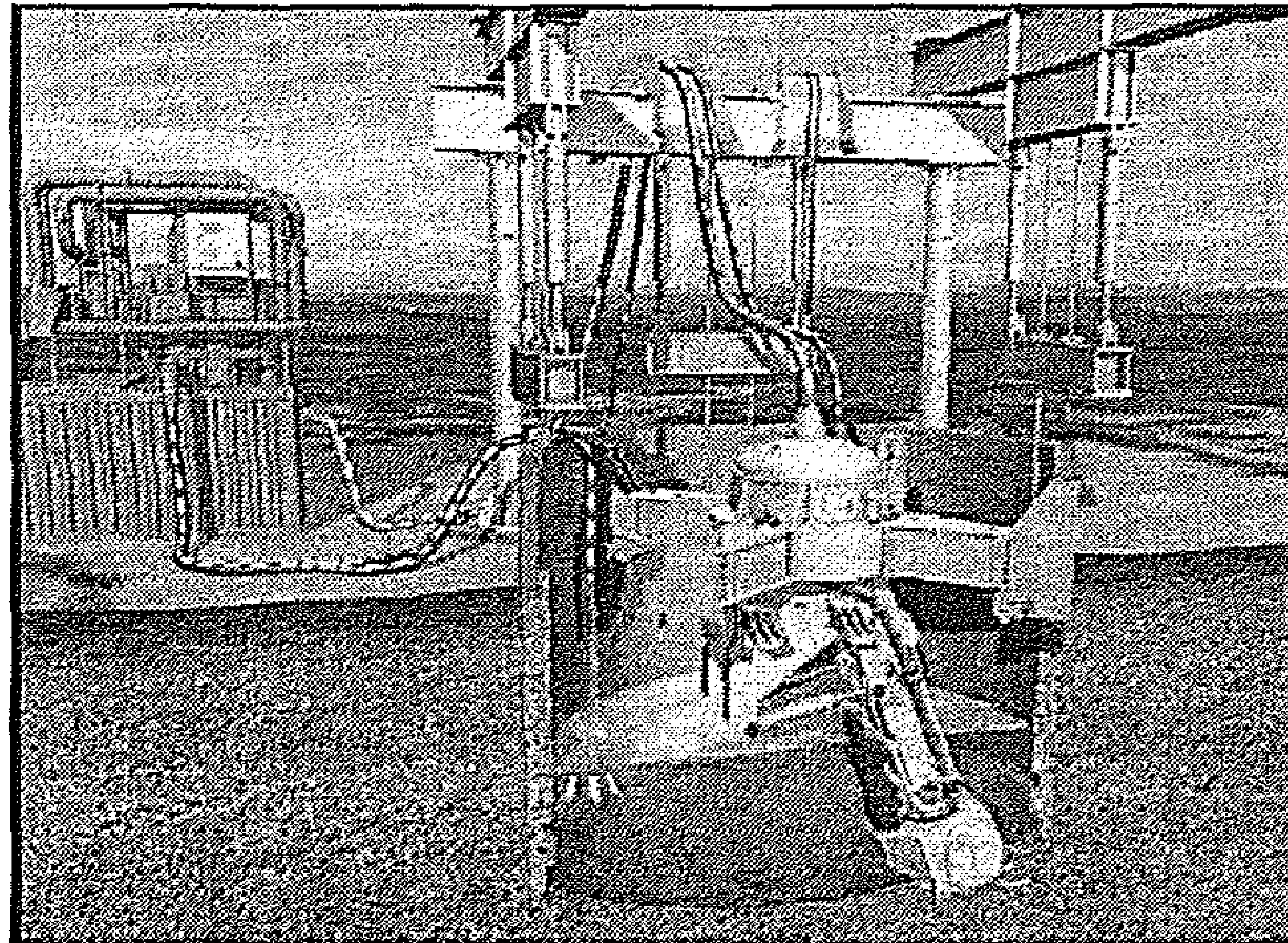
تثبيت قوائم الهيكل المعدني العلوي بالأرض



شكل الحفارة أثناء العمل



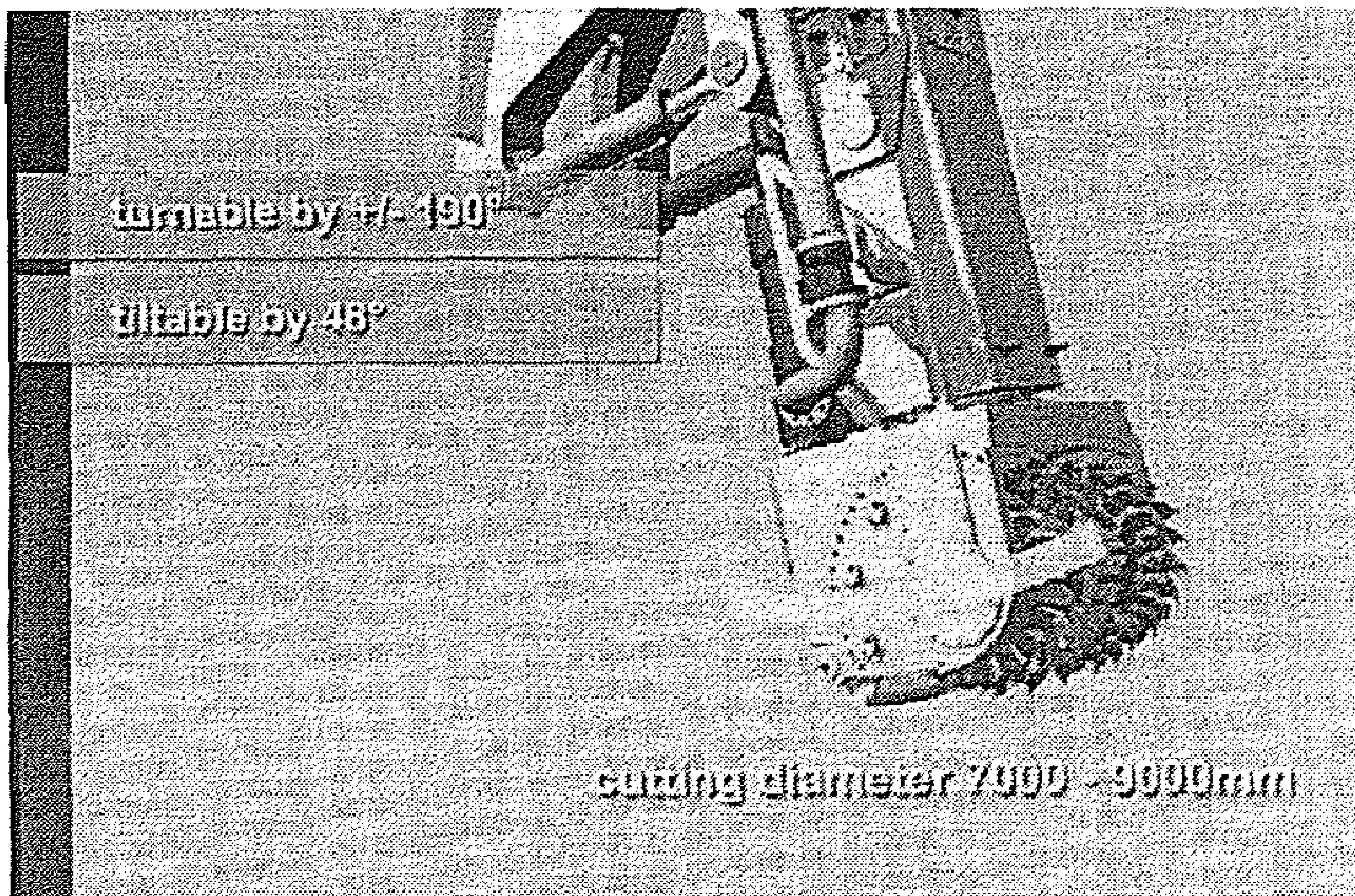
آلة الحفر وطلمبة سحب الروبة



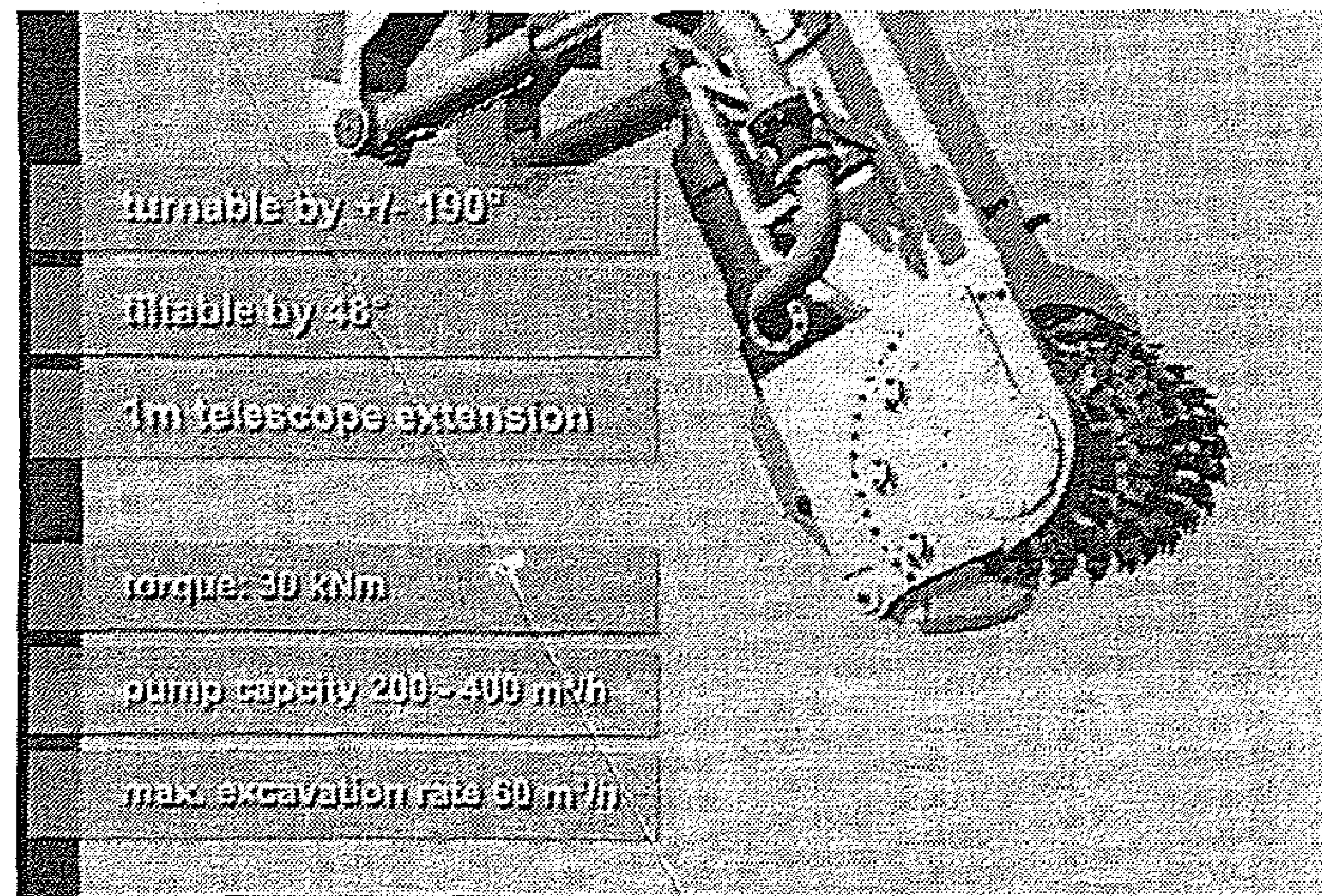
آلة الحفر وطلمبة سحب الروبة



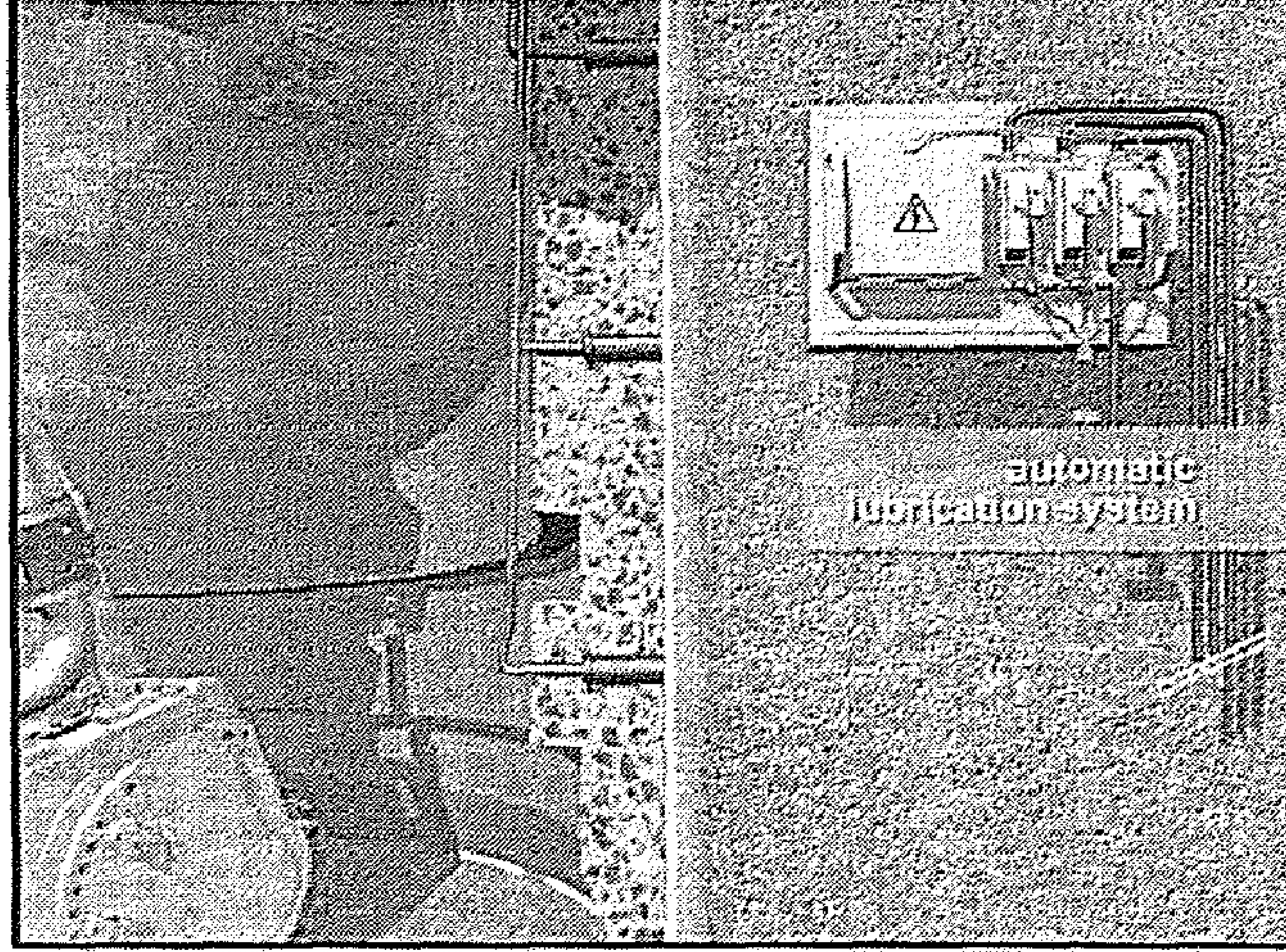
شكل معدة الحفر



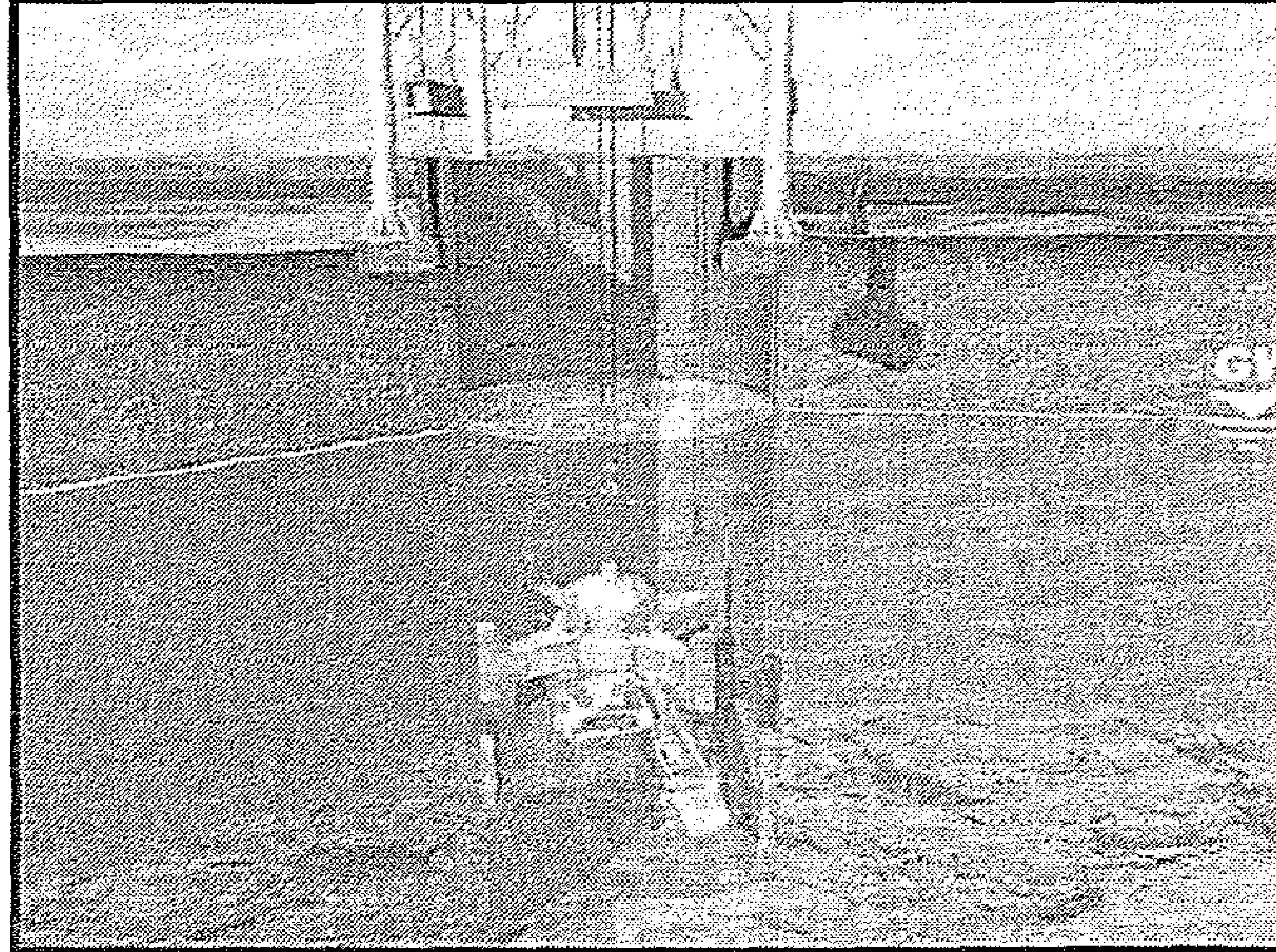
شكل معدة الحفر

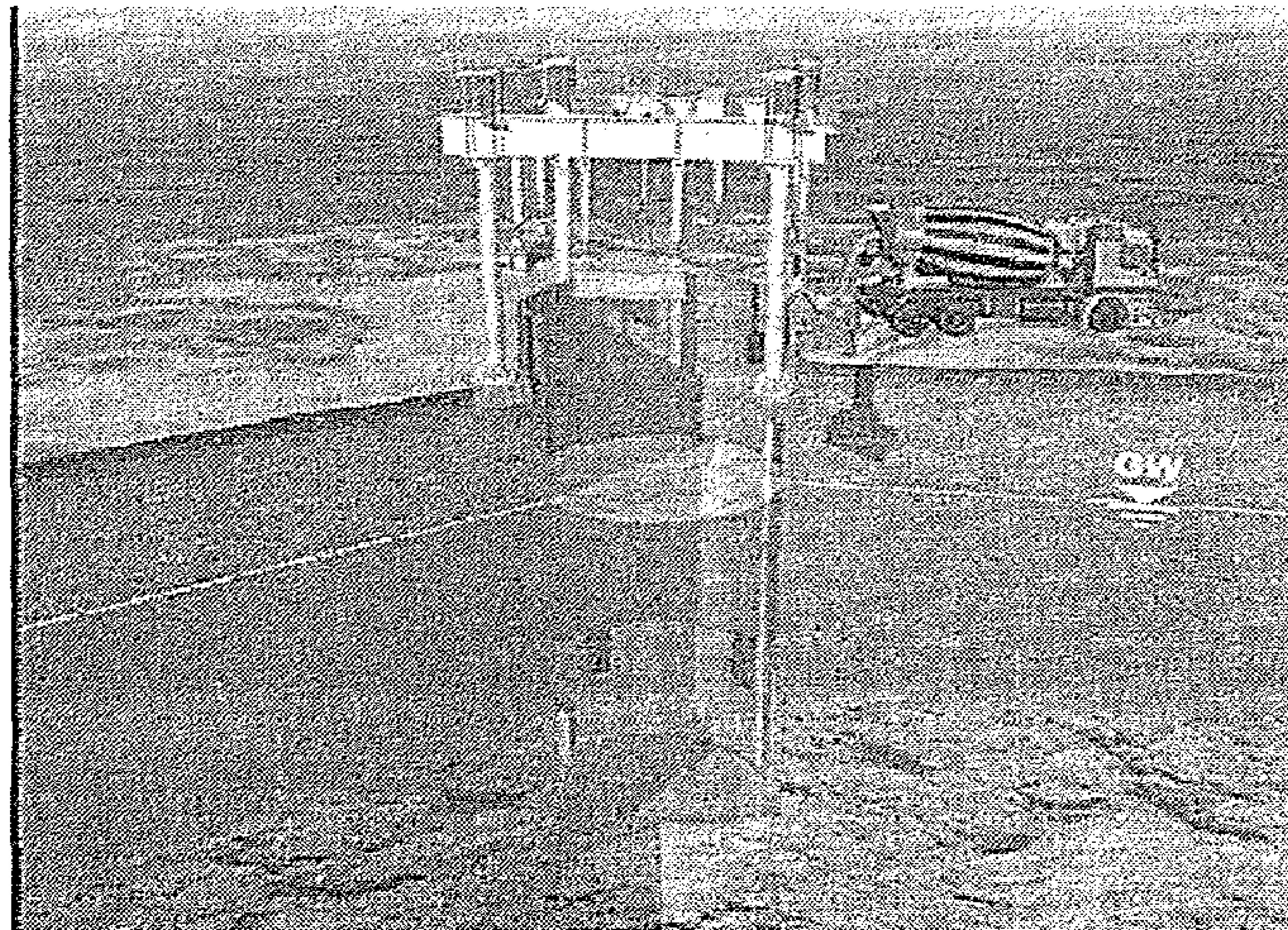


شكل و تفاصيل معدة الحفر

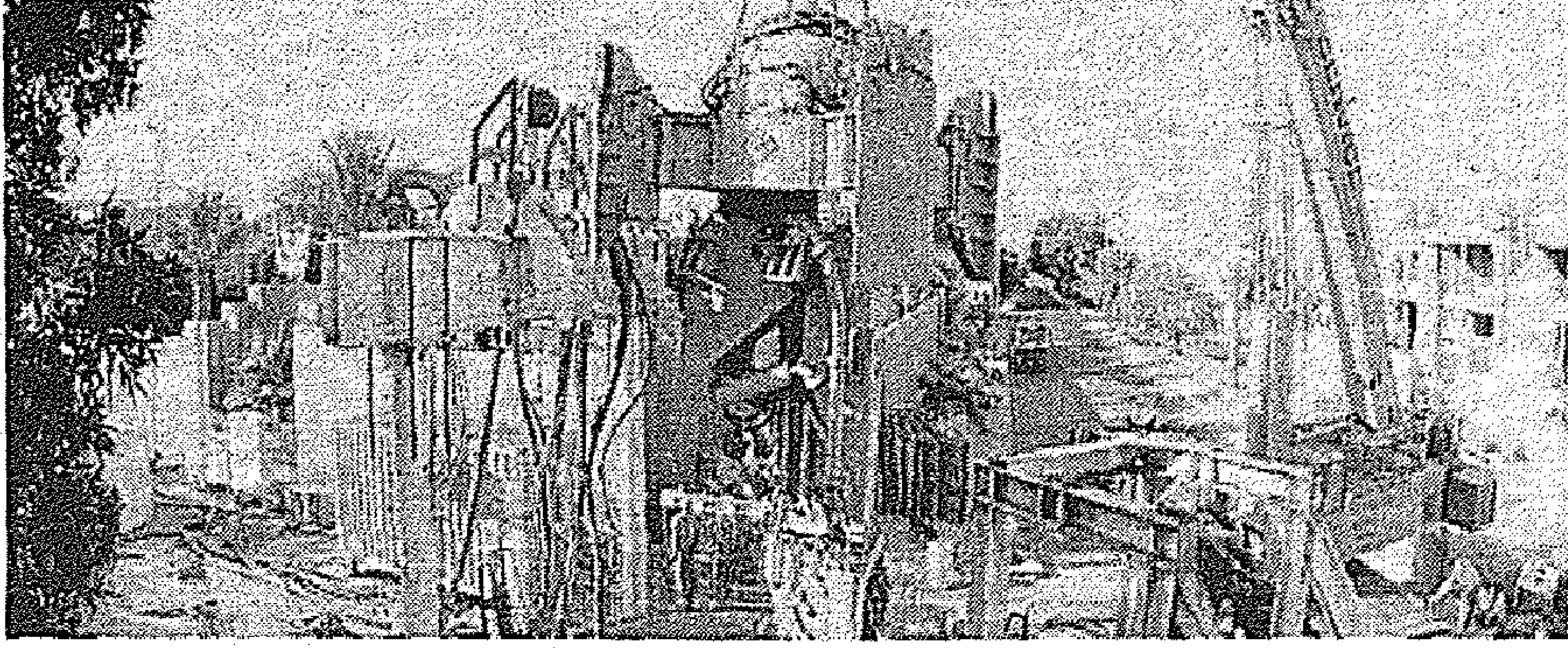


التشحيم الأوتوماتيكي للحوائط الخارجية للبيارة لتسهيل التغويص





صب الخرسانات للأرضية – سحب المياه من داخل البيارة – معالجة أي رشح مياه

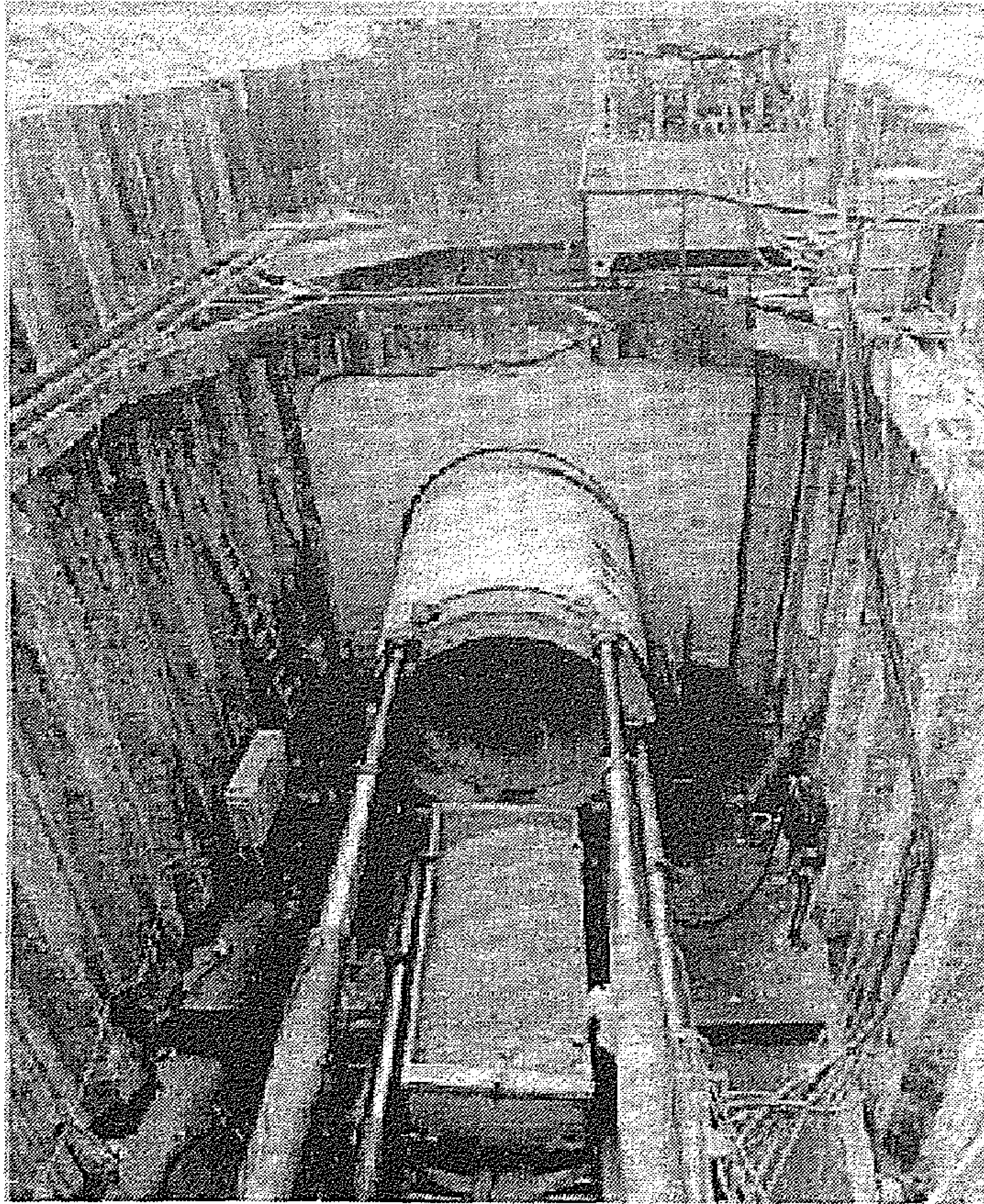


غرفة دفع منفذة بالفعل – قطر ٧,٦ متر – جده – المملكة العربية السعودية

غرفة الدفع :

الطريقة الثانية – شكل (٧) :

الغرفة مؤقتة من الستائر المعدنية بالأبعاد المناسبة و المسنودة بالأطارات الحديدية من الداخل .

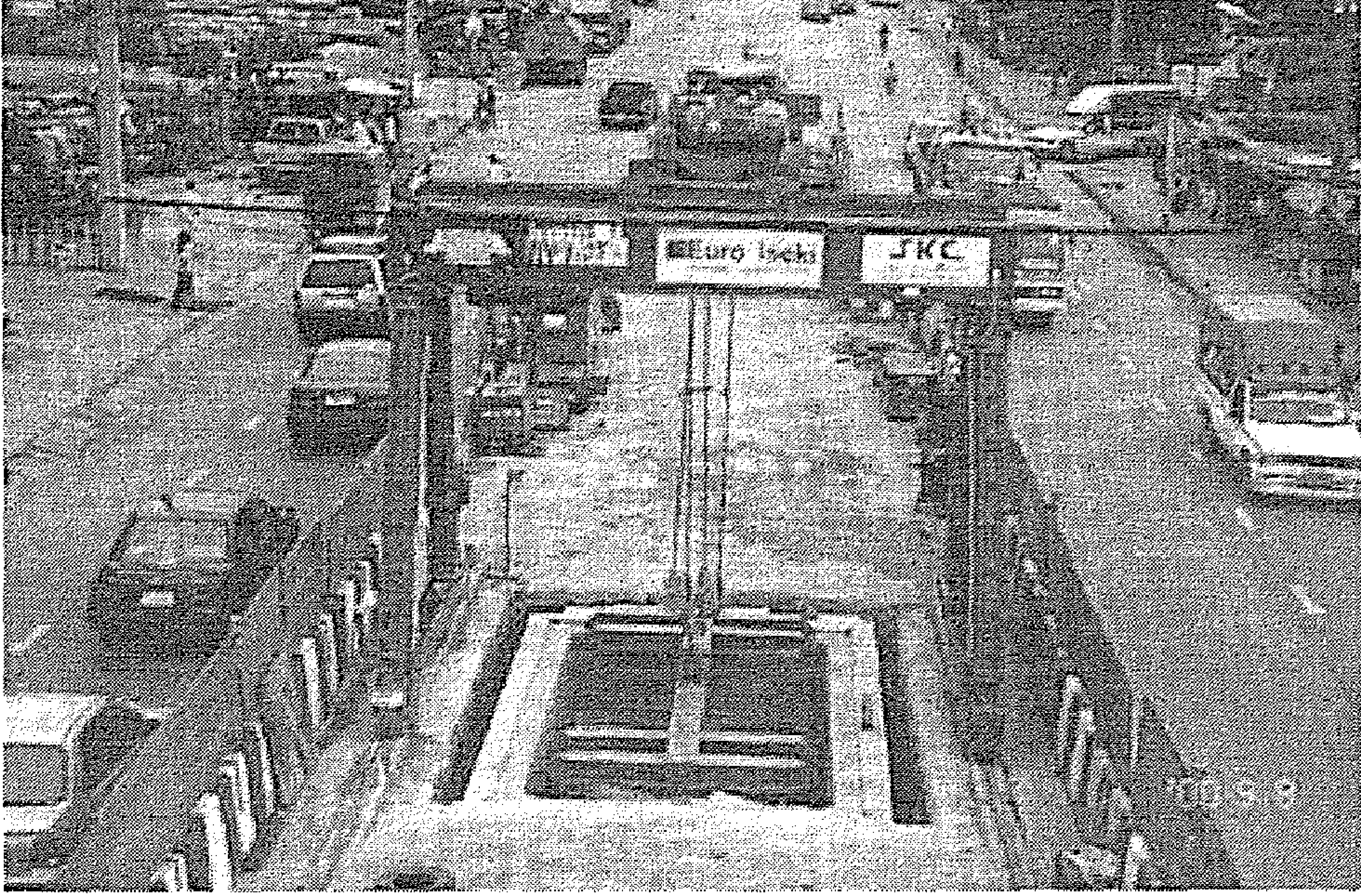


شكل (٧) غرفة الدفع أثناء العمل – الغرفة مؤقتة و منفذة باستخدام الستائر المعدنية

غرفة الدفع :

الطريقة الثالثة :

التنفيذ علي شكل بيارة – بالأبعاد المطلوبة سواء دائرية أو مستطيلة – وتغويصها بالحفر المكشوف (الطريقة العادية) . يتم تغويص هذه البيارة يدويا أو بواسطة كباش ميكانيكي .



شكل (٧) غرفة الدفع أثناء العمل

٣ - المعدة :

المعدة قادرة علي العمل في جميع أنواع الـتربة والطبقات الصخرية . تتكون المعده من العناصر التالية :

أ – الدرع :

يكون من الصلب وقطره = القطر الخارجي للماسورة + ٥ سم . داخل الدرع ومن الأمام توجد الحفارة ، وهي عبارة عن مروحة دوارة مزودة بأسنان قاطعة قوية لـتفتيت التربة أو الصخور . الحفارة مزودة بروافع هيدروليكيةSteering Jacks لضبط وتصحيح المسار و الأتجاه أثناء العمل . يتصل عند مقدمة الحفاره ماسورة

لضخ المياه تحت ضغط عالي للخلط مع حبيبات الـــتربة وتكوين الروبة Slurry. يتصل أيضا عند مقدمة الحفارة ماسورة أخري مع طلمبة الروبة لشفطها الي خارج النفق ثم تصب في حوض ترسيب علي سطح الأرض لـــترسيب مواد الـــتربة الي أسفل الحوض بينما يتم ضخ المياه من أعلي الحوض الي مقدمة الحفارة مرة أخري – شكل (٨) .

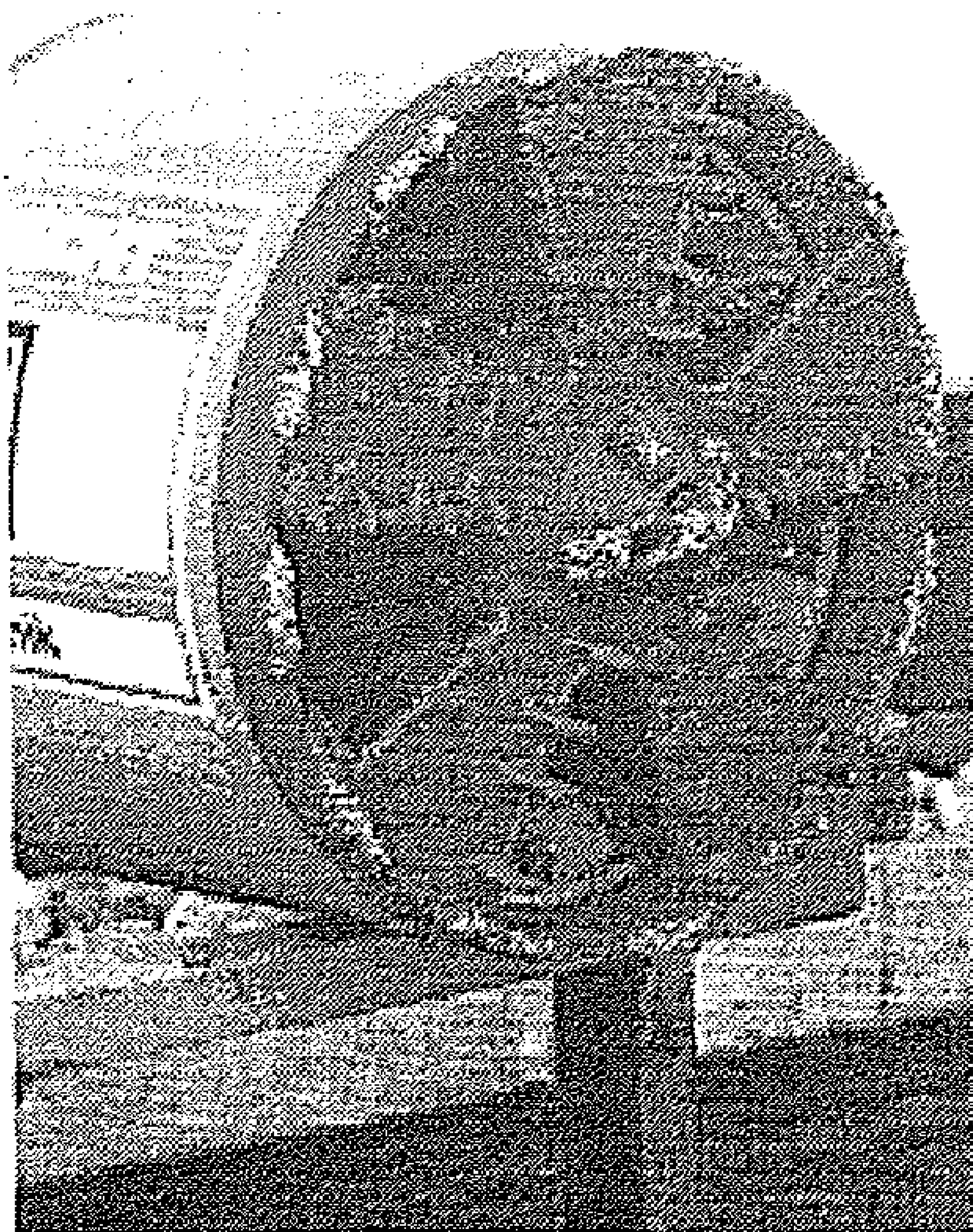


Cutting head assembly - type AVT

AUGER MATERIAL REMOVAL (AVT)

Pipe Inside Diameter		Machine Outside Diameter
AVT	250	363-565 mm
AVT	400*	565-665 mm
AVT	500*	665-785 mm
AVT	600*	760-865 mm

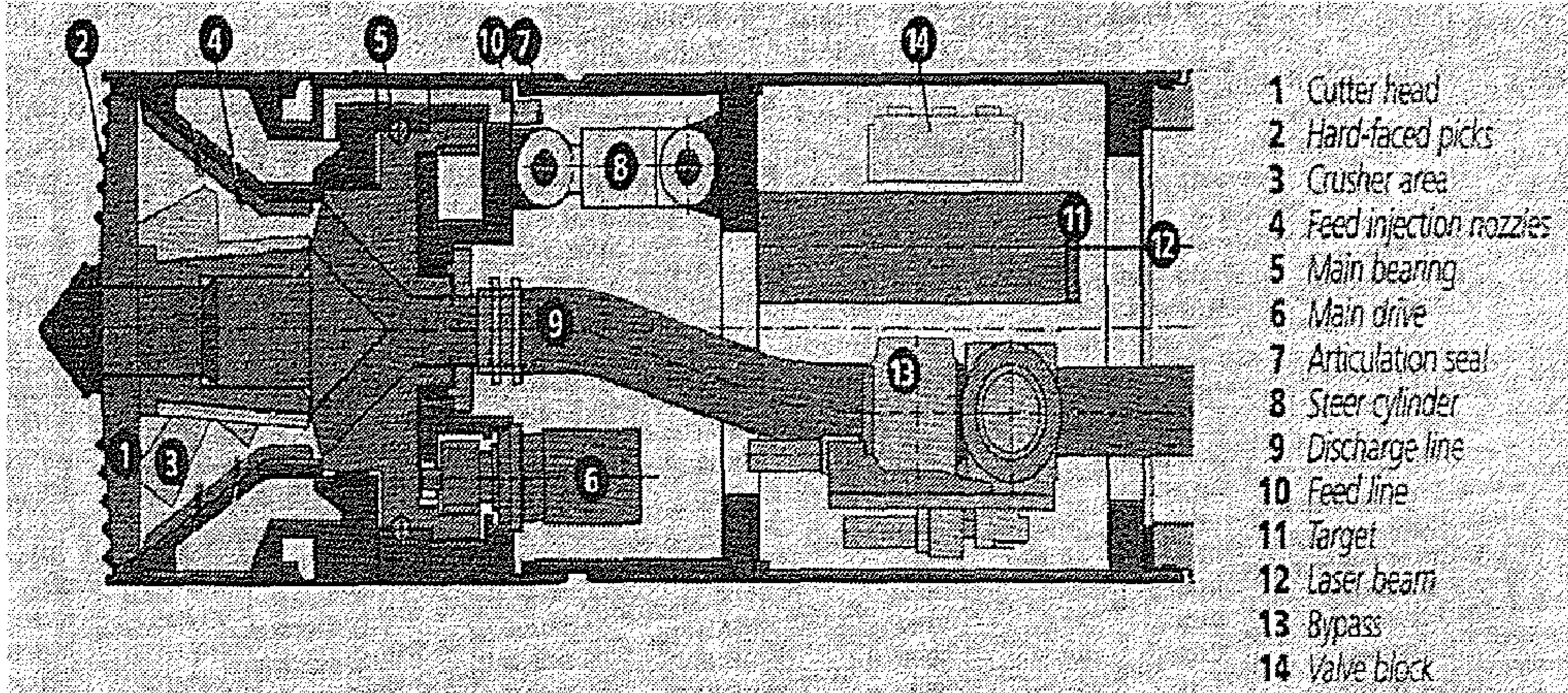
* With independant direct drive to cutting wheel. AVT 250 cutting wheel driven by auger

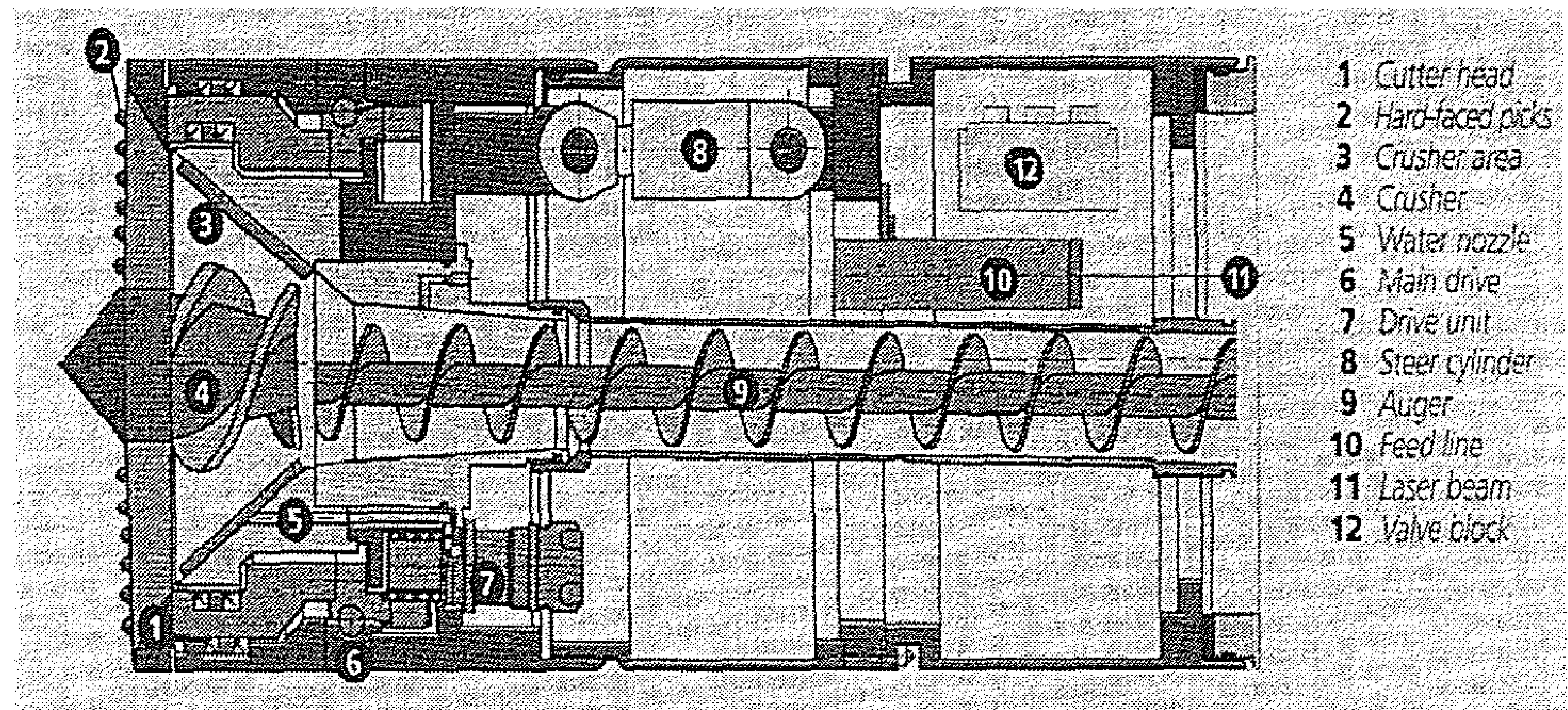


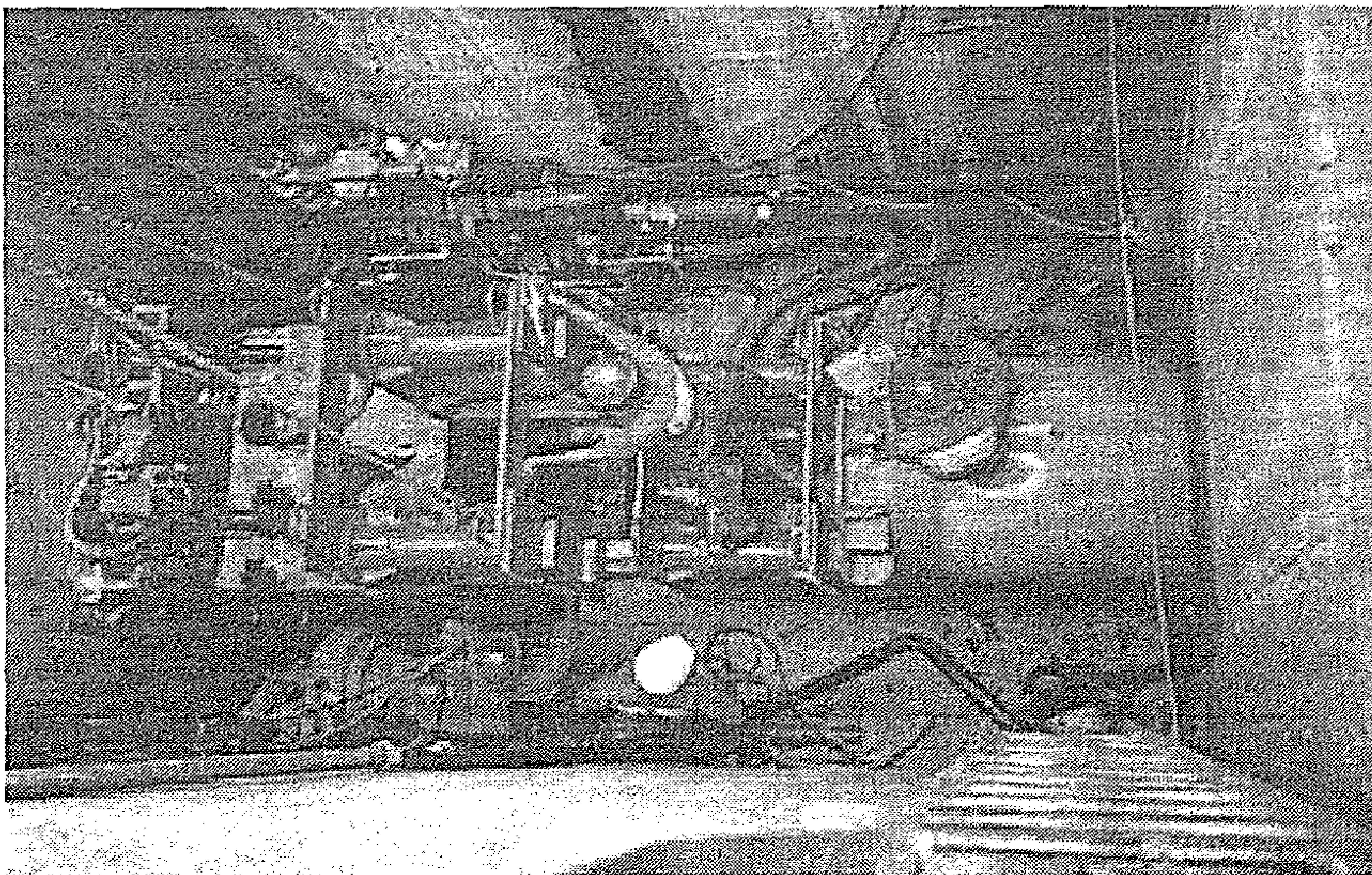
Cutting head assembly - type AVN

SLURRY MATERIAL REMOVAL (AVN)

Pipe Inside Diameter		Machine Outside Diameter
AVN	250	368 - 415 mm
AVN	300	415 - 565 mm
AVN	400	565 - 665 mm
AVN	500	665 - 760 mm
AVN	600	760 - 865 mm
AVN	700	865 - 975 mm
AVN	800 B	975 - 1110 mm
AVN	800	1110 - 1285 mm
AVN	1000	1285 - 1450 mm
AVN	1200	1450 - 1830 mm
AVN	1500	1830 - 1960 mm







شكل (٨) أشكال الحفارات والدروع – تظهر مكونات الحفارة والدرع

يتم وضع جهاز أشعة الليزر في مكان آمن في غرفة الدفع بينما تكون لوحة الهدف مركبة علي الحفارة . يراقب لوحة الهدف و شعاع الليزر كاميرا تليفزيونية مركبة داخل الدرع الأمامي لنقل الصورة الي شاشة جهاز مونيتور أمام عامل الـتشغيل عند سطح الأرض (داخل غرفة التشغيل) . في حالة حدوث أي أنحراف في المسار (الأفقي أو الميل) ، يتم الـتصحيح بواسطة عامل الـتشغيل بتشغيل الروافع المساعدة في الدرع ليعود المسار الي سابق وضعه .

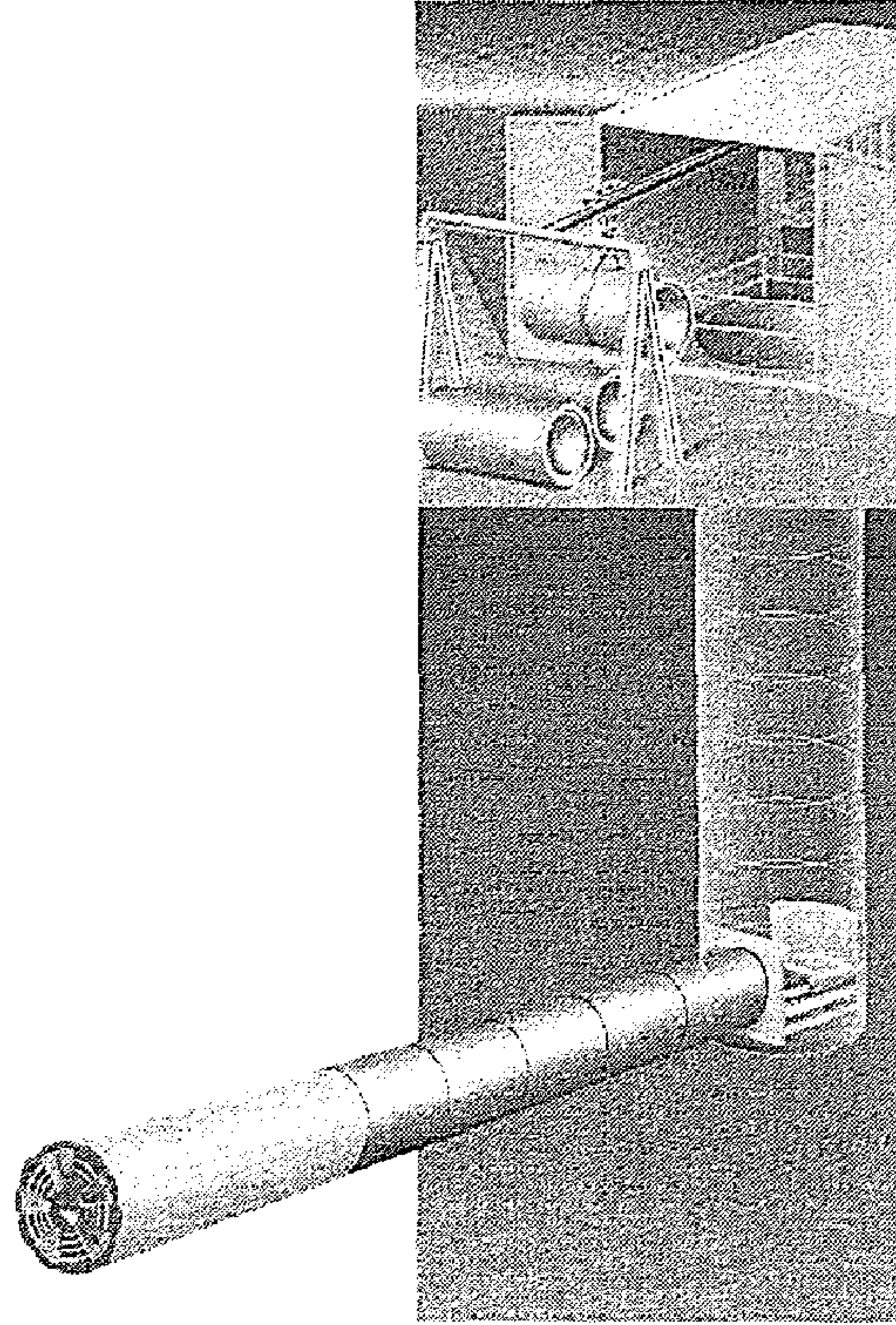
عناصر النفق كاملا – شكل (٩) .

ب – محطة الدفع الرئيسية :

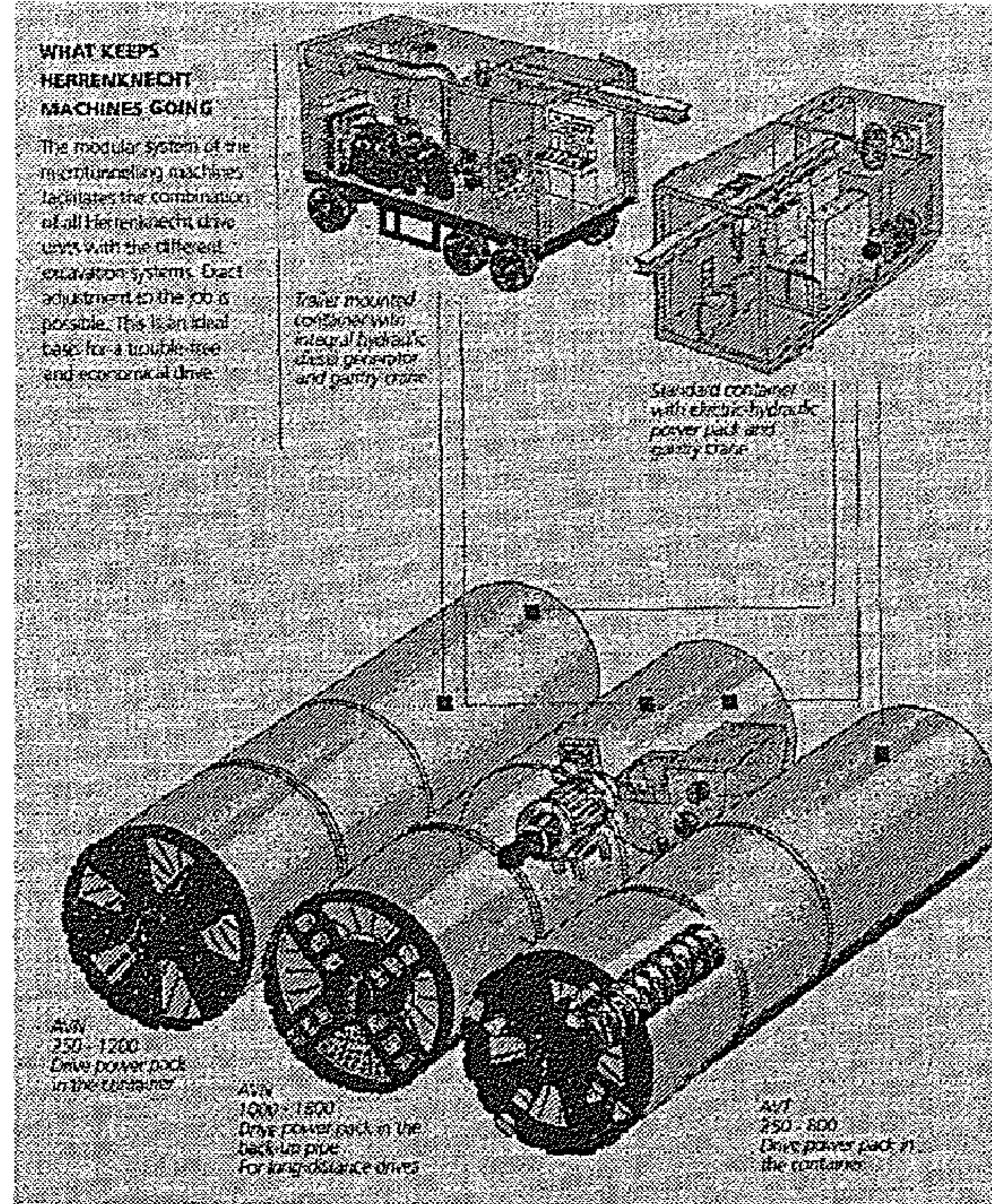
تكون من عدة روافع ، قدرتها كافيه لدفع المواسير بكامل طول النفق والـتغلب علي قوي الأحتكاك مع الـتربة . أقصي أنفراج لها = ٣,٢ متر . ترتكز هذه الروافع علي حائط أرتكاز قوي مصمم علي مقاومة رد فعل الروافع . تدفع الروافع الماسورة عن طريق حلقة دائرية من الصلب Diaphragm Ring ترتكز علي بدن الماسورة وتوزع قوي الروافع علي محيط الماسورة.

ج – وحدة التشغيل Control Panel :

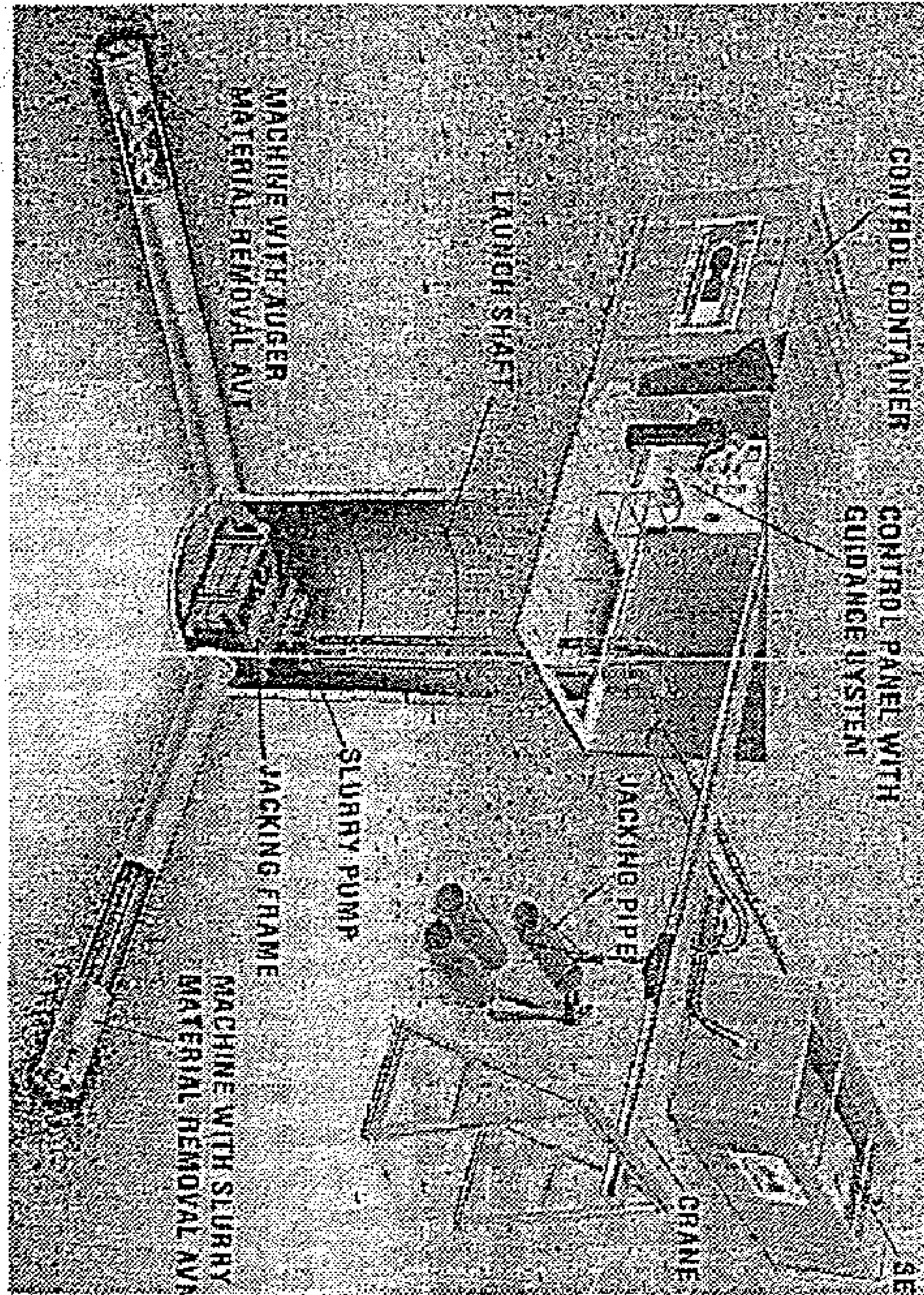
تكون في غرفة فوق الأرض وبها مفاتيح الـتشغيل والـتحكم ، وكذلك الشاشة الـتليفزيونية الـتي يتم من خلالها مراقبة خطوات الـتشغيل داخل النفق .



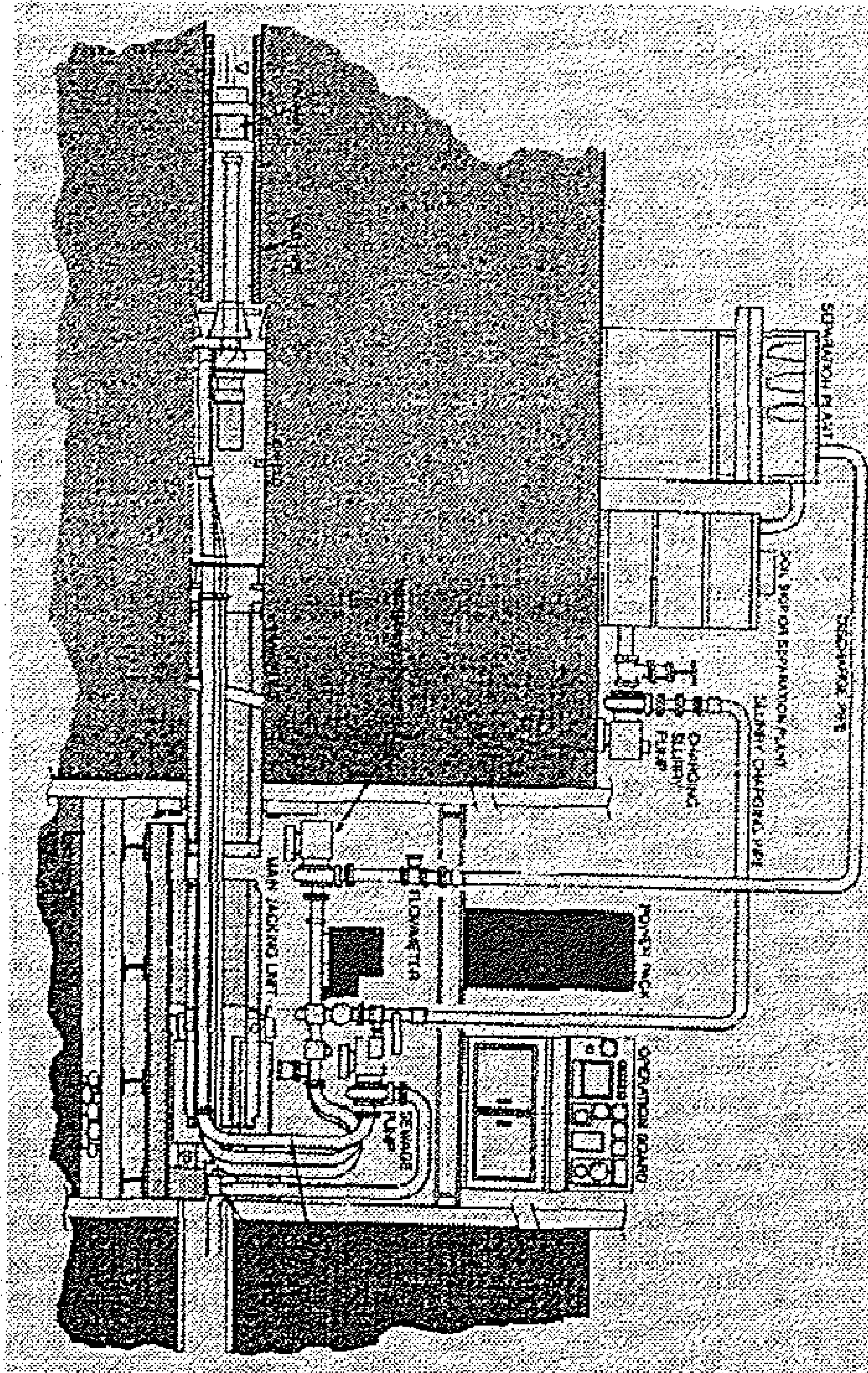
شكل (٩) نظام تشغيل كافة معدات الأنفاق الصغيرة – تدار عملية التنفيذ من داخل حاوية



شكل (٩) طرازات الماكينات (الحفارات والدروع) العاملة في مجال الأنفاق الصغيرة – ماكينات AVN تنفذ أنفاقا بقطر ٢٥٠ – ١٨٠٠ مم والطراز الآخر AVT ينفذ أنفاقا من ٢٥٠ – ٨٠٠ مم



شكل (٩) معدة الأنفاق الصغيرة ، التوجيه من حاوية تقع مباشرة فوق غرفة البداية – حوض الترسيب علي هيئة حاوية



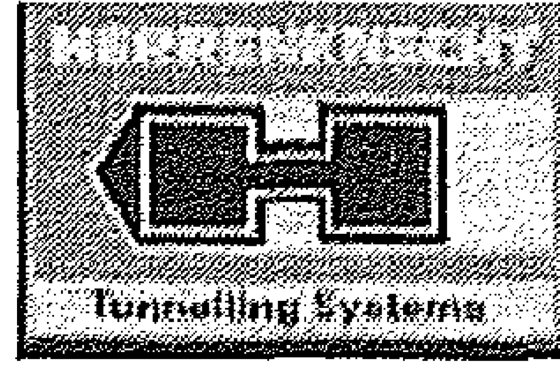
شكل (٩) نظام الأنفاق الصغيرة كاملا بكافة عناصره – يظهر في أحد أستخداماته في تغيير ماسورة قديمة بأخري جديدة

٤ - الطاقة اللازمة لـتشغيل المعدة :

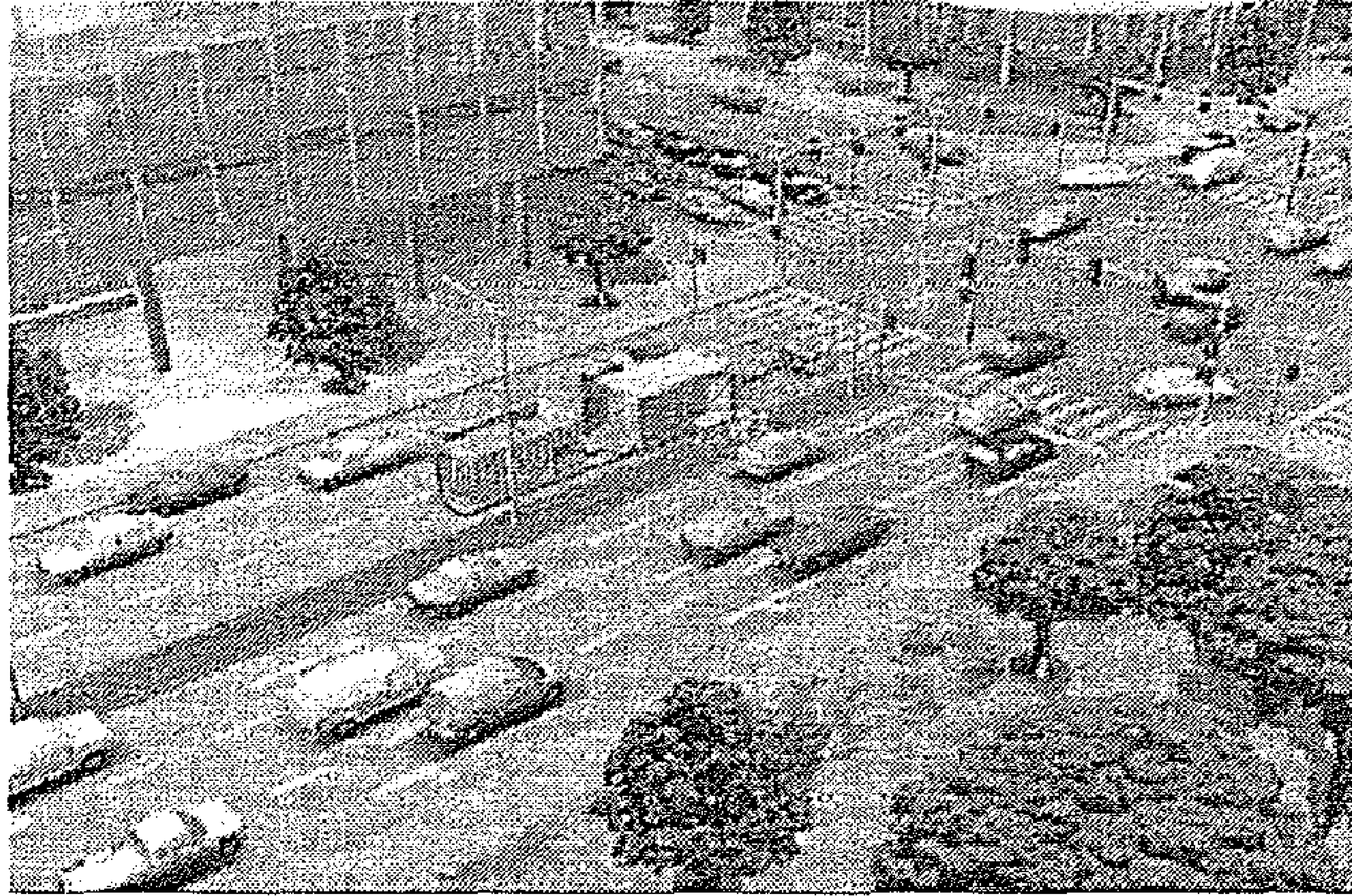
يستخدم مولد كهربي لـــتشغيل المعدة وأمدادها بالطاقة المناسبة للعمل بجانب مصدر كهربائي آخر من المصدر الرئيسي (كهرباء المدينة) .

دفع المواسير :

شكل (١٠) – نفق قطر ٦٠٠ مم :



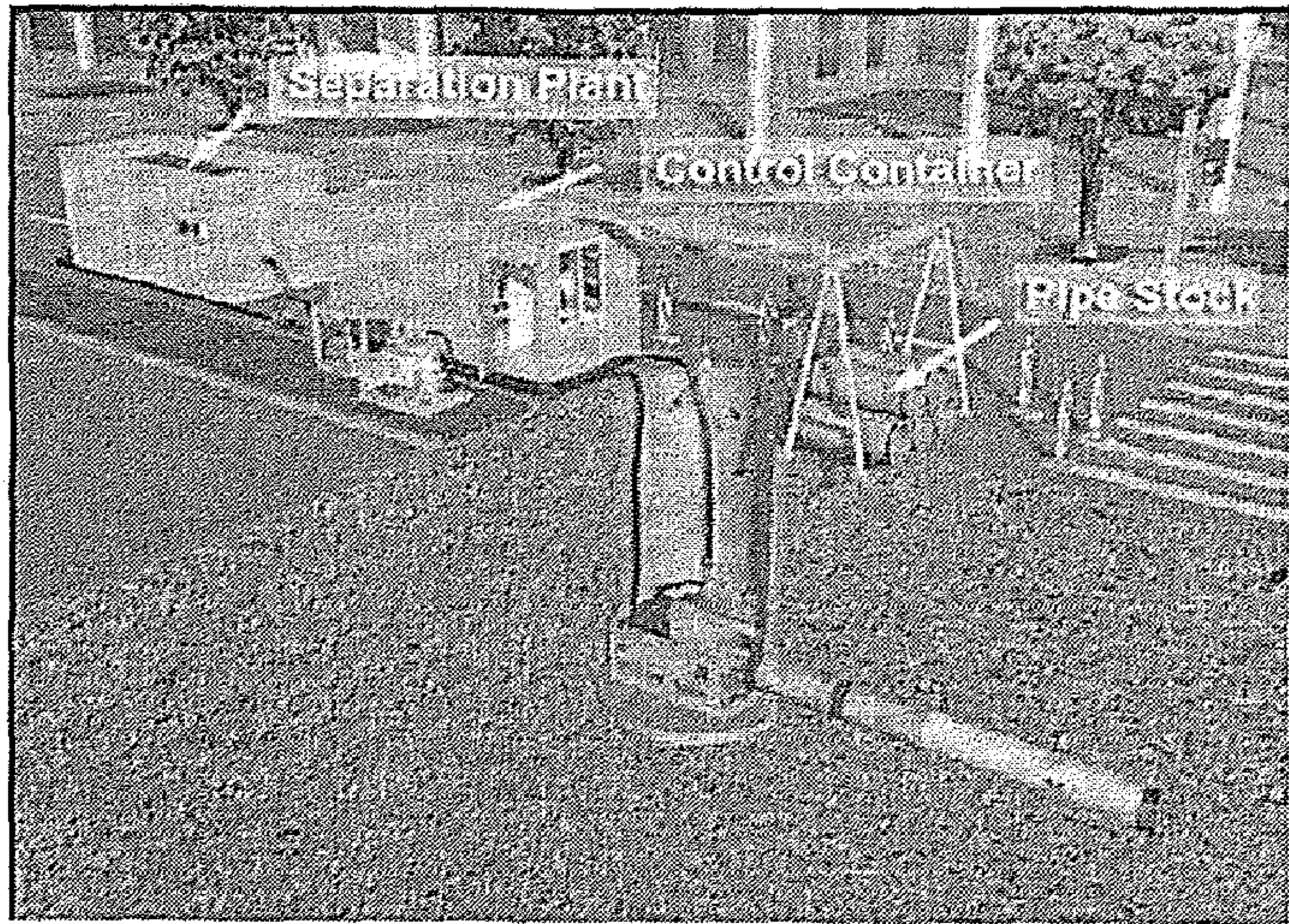
Herrenknecht
AVN 600



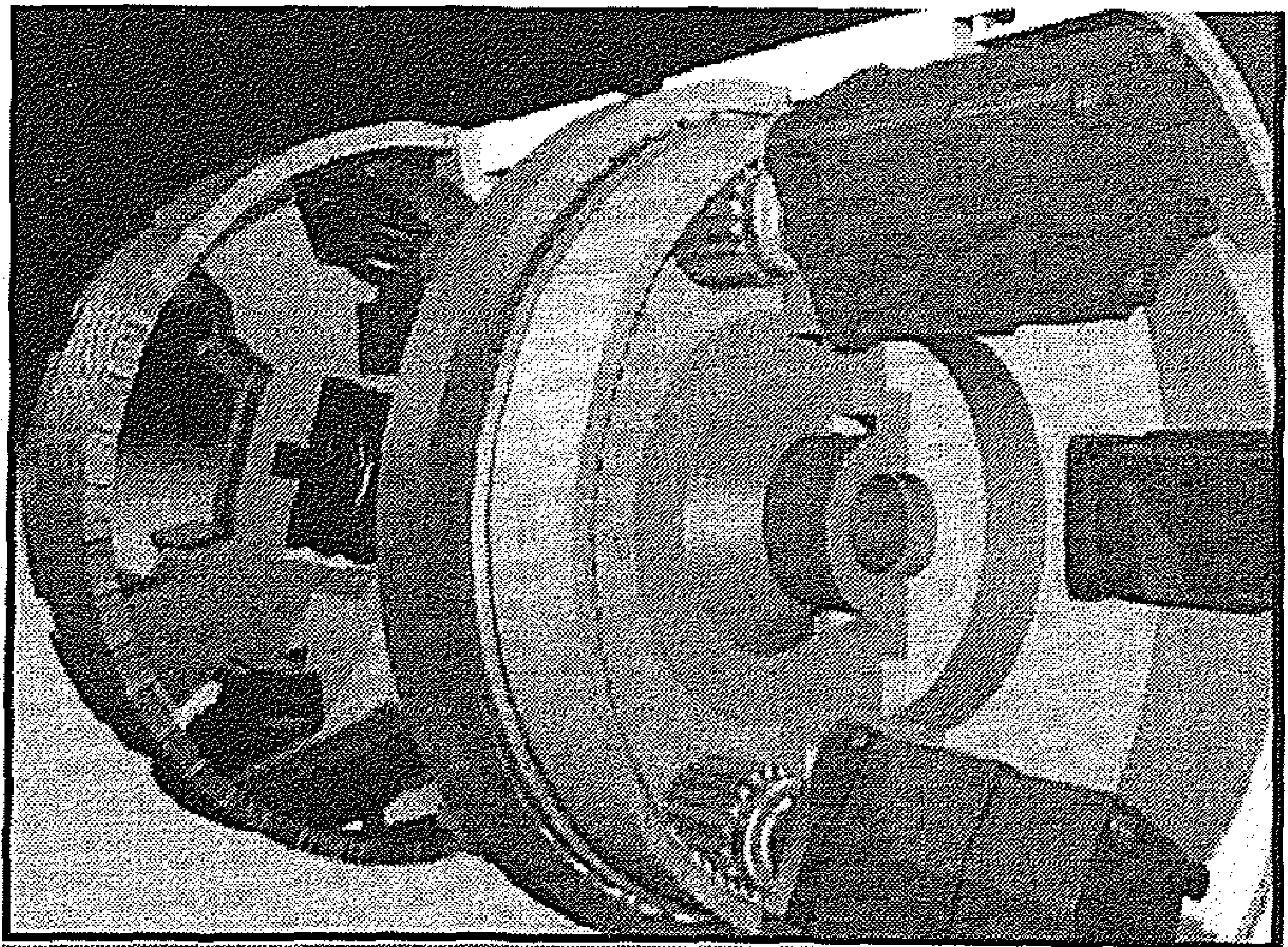


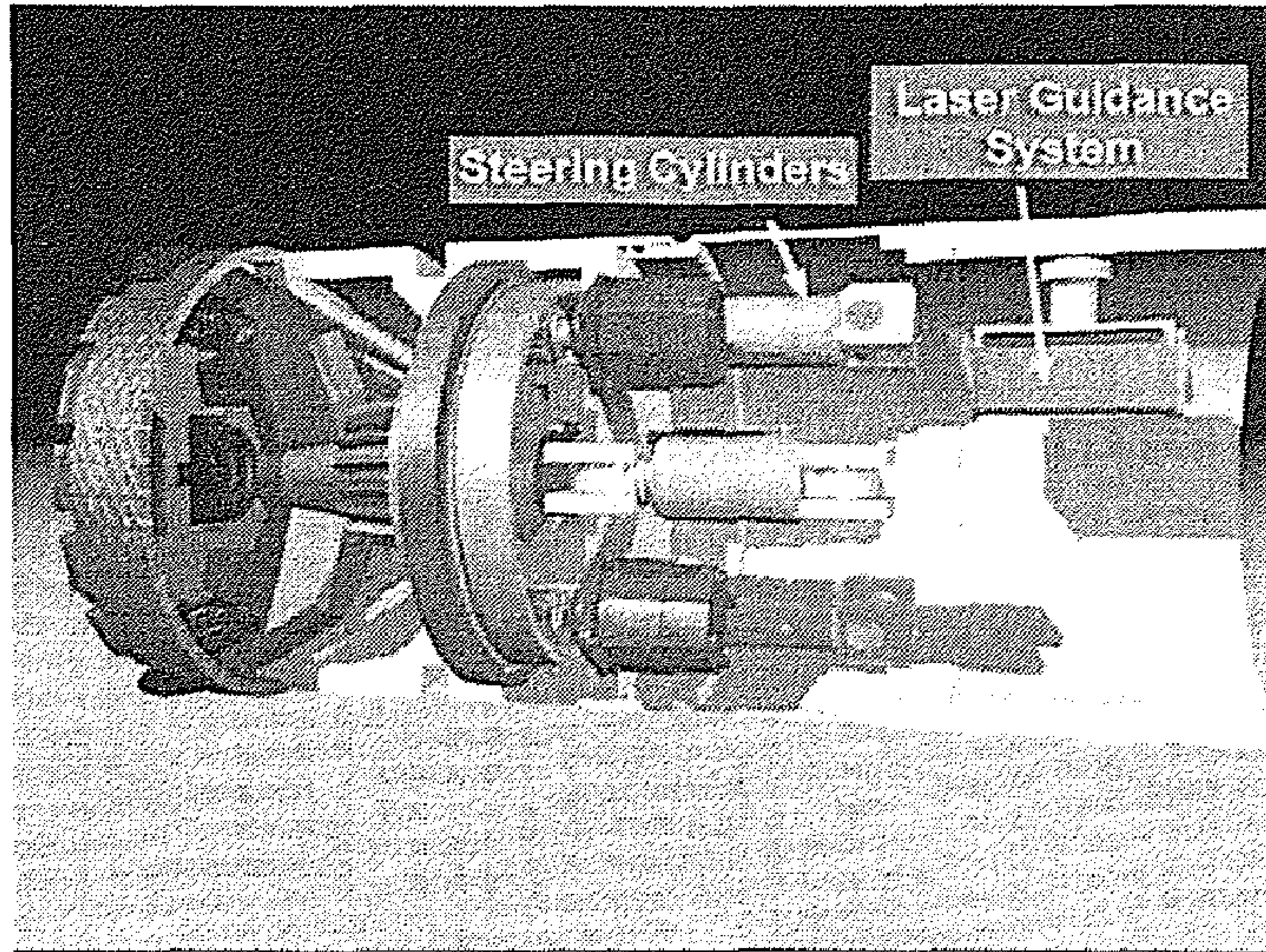
شكل (١٠) اللجوء الي طريقة دفع المواسير تجنبا لتعطيل المرور

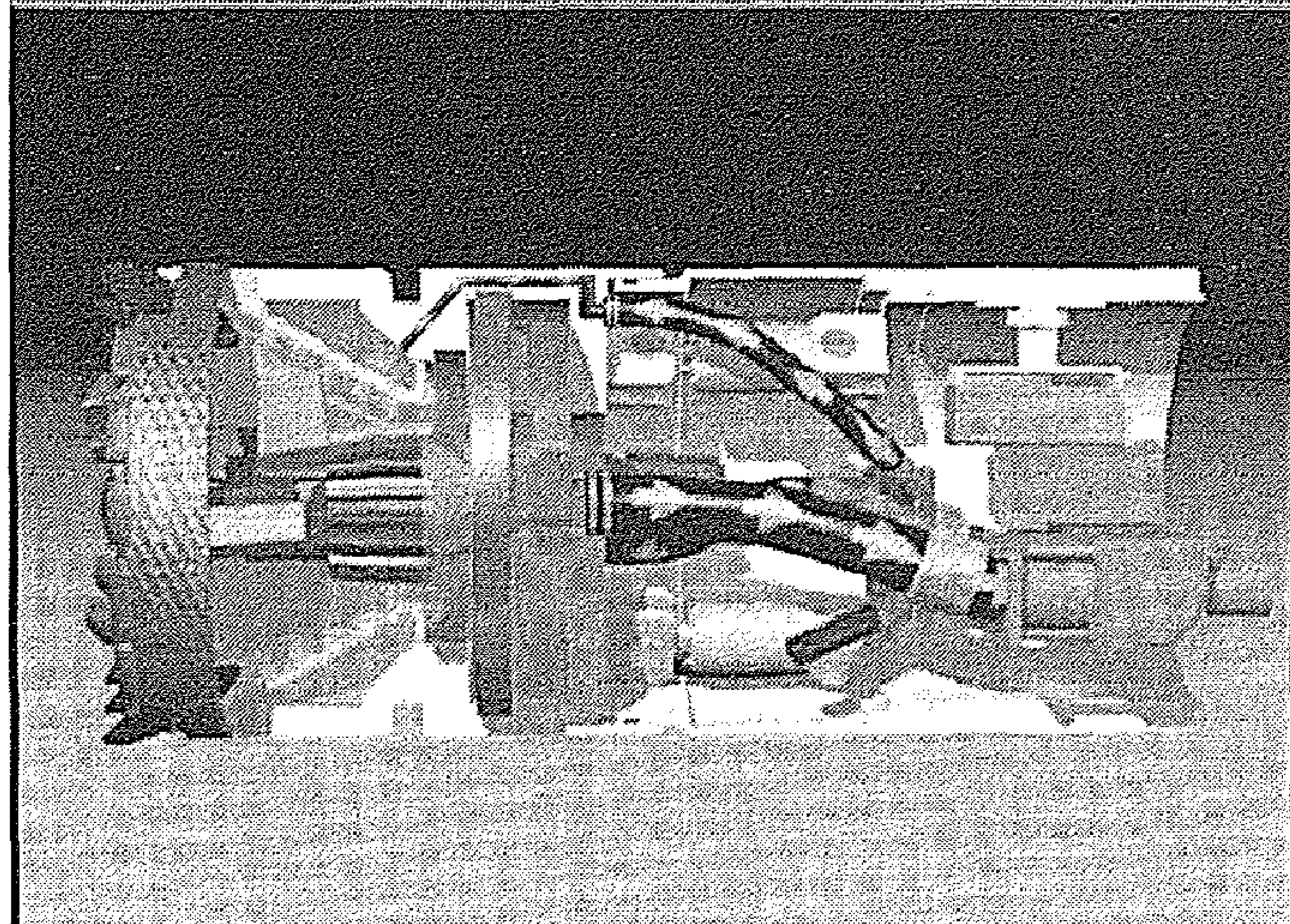




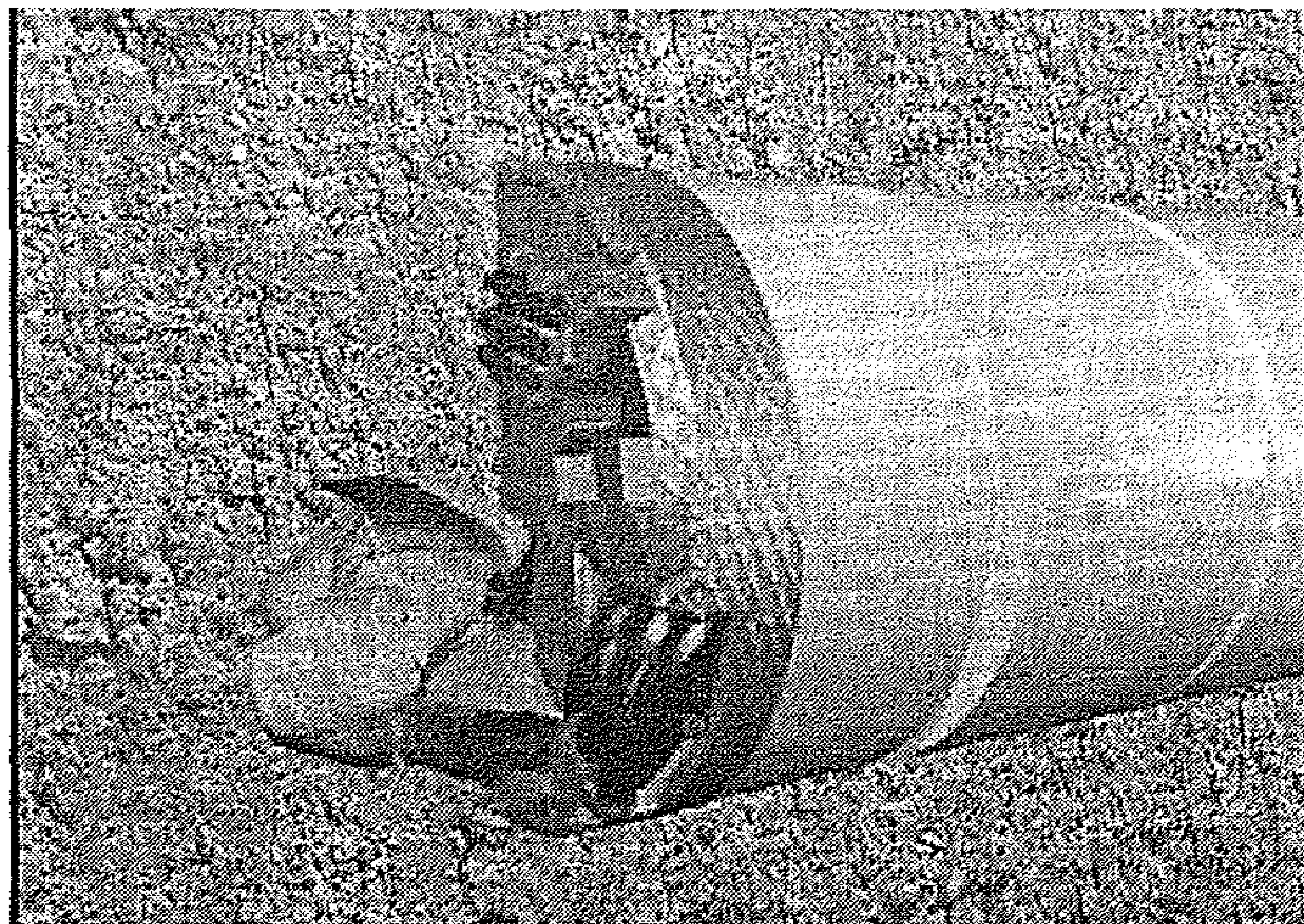
شكل (١٠) تفاصيل غرفة الدفع و الحفارة

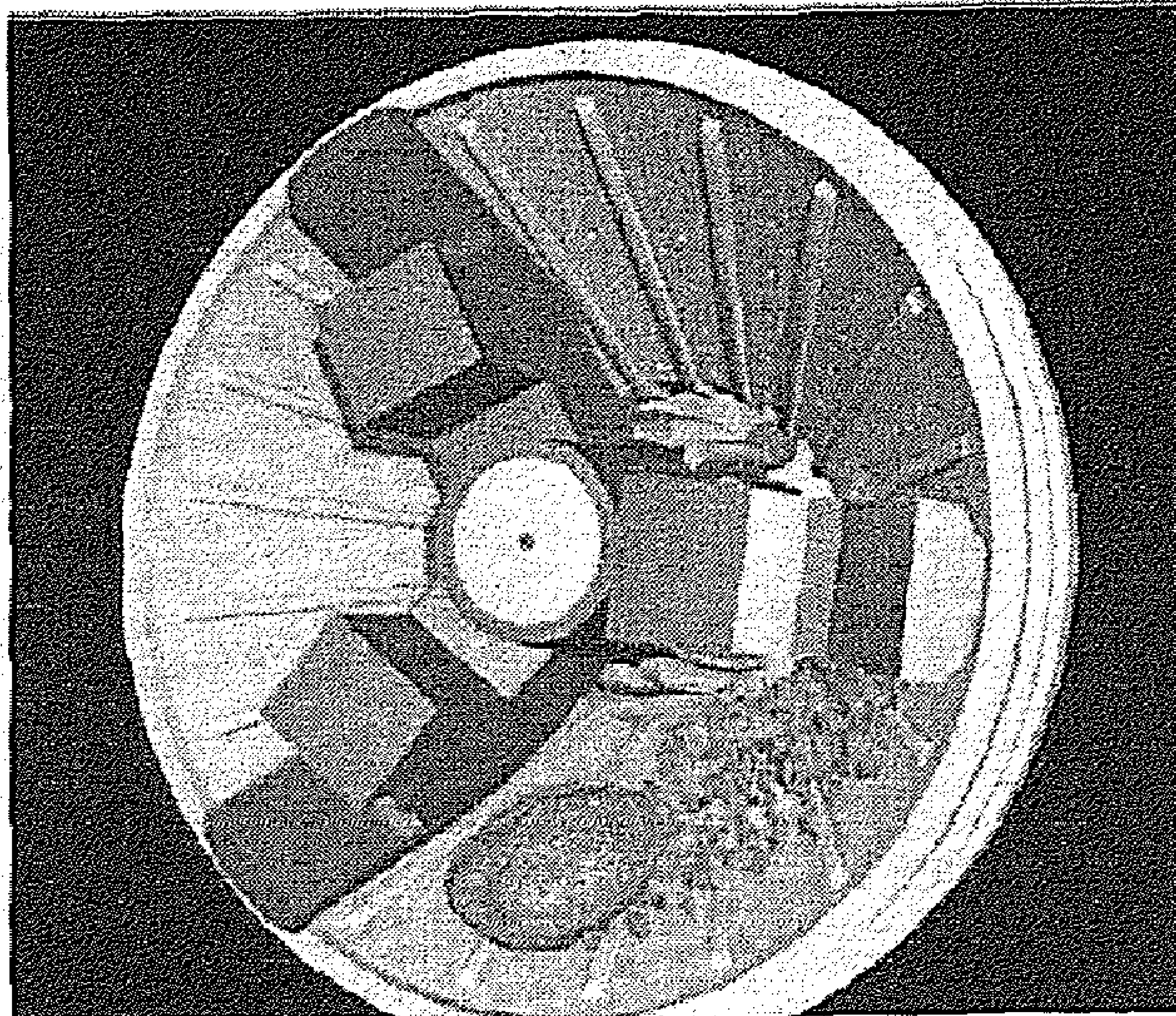




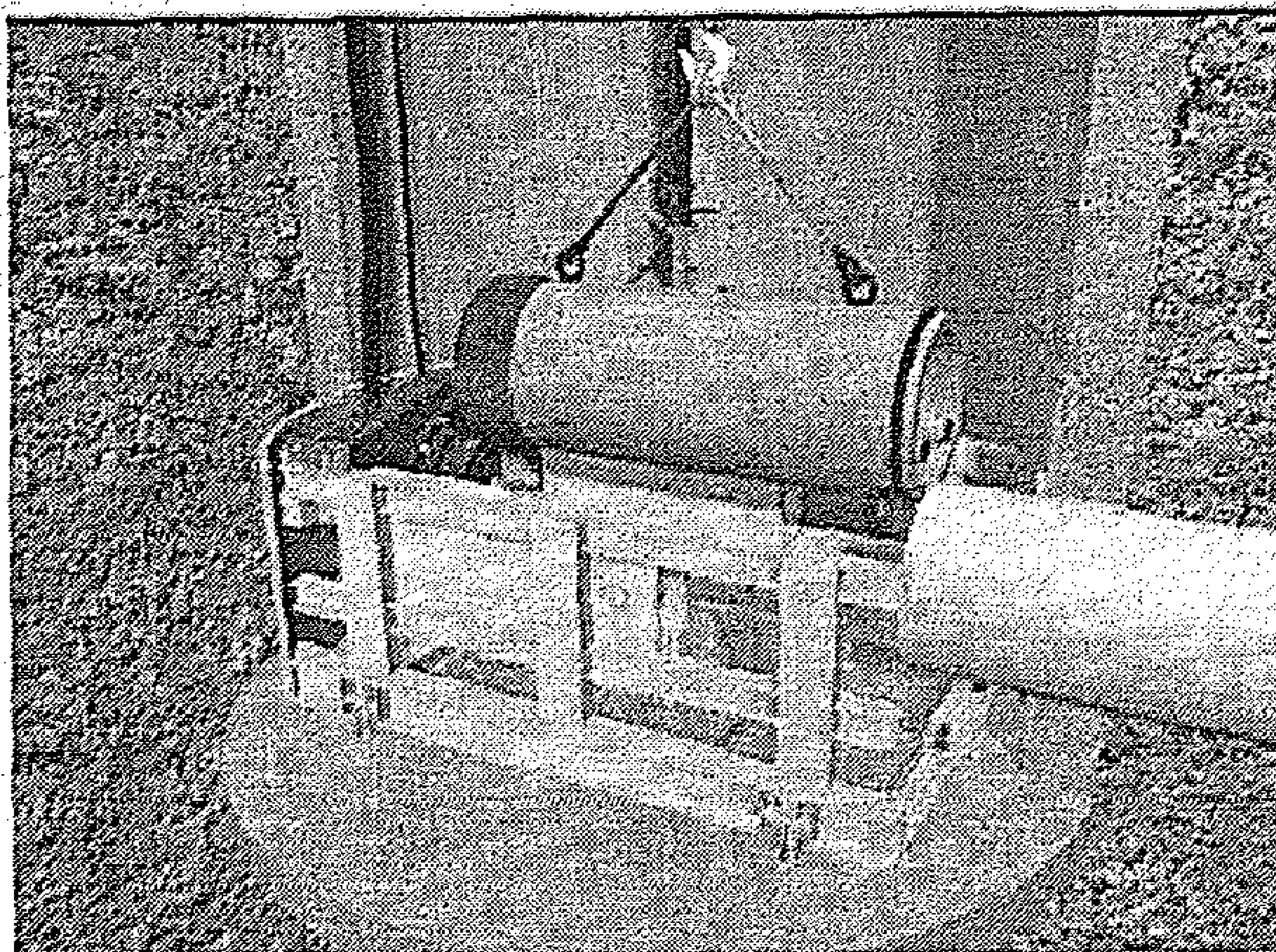


شكل (١٠) أدارة الحفارة وطريقة عملها

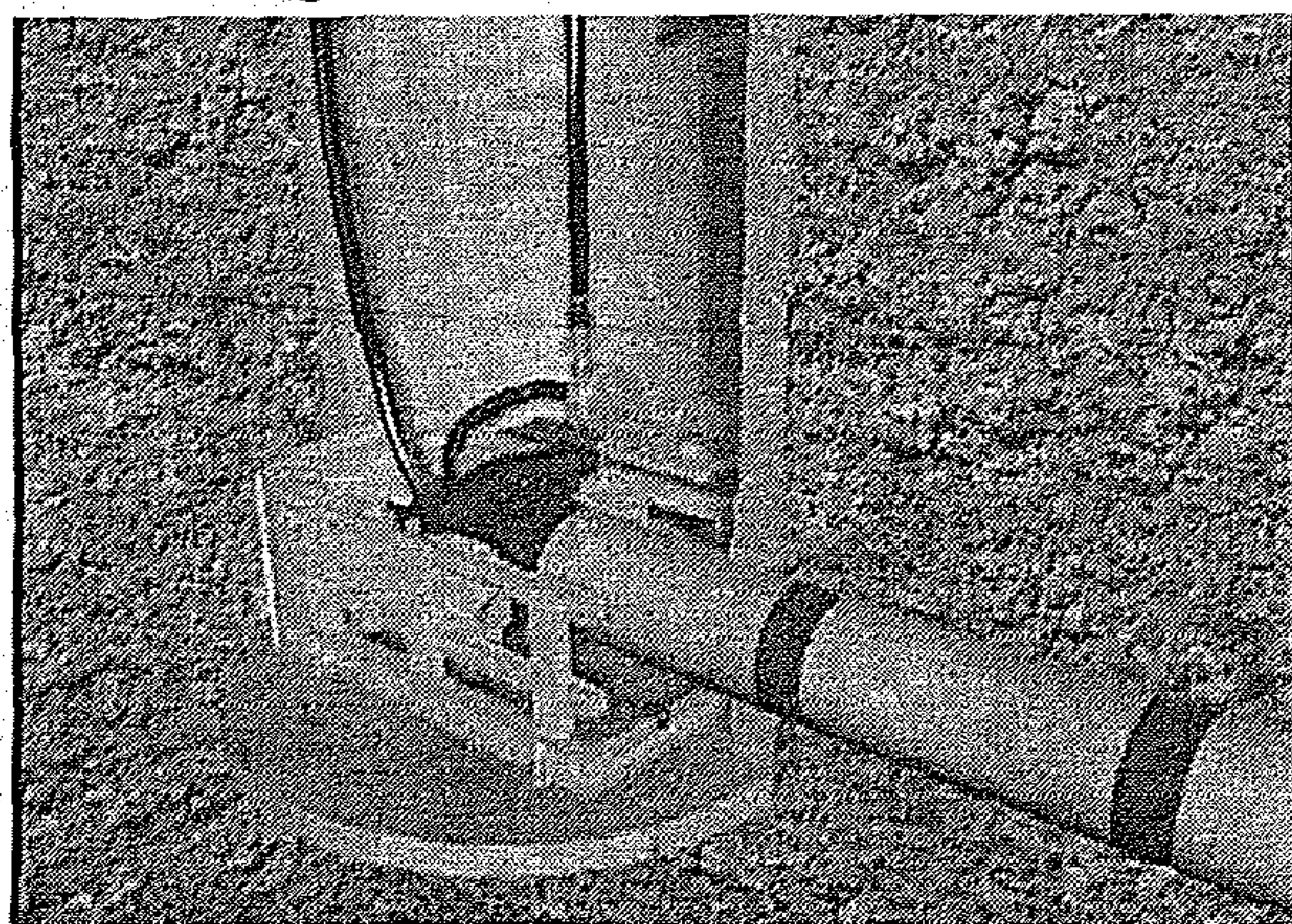




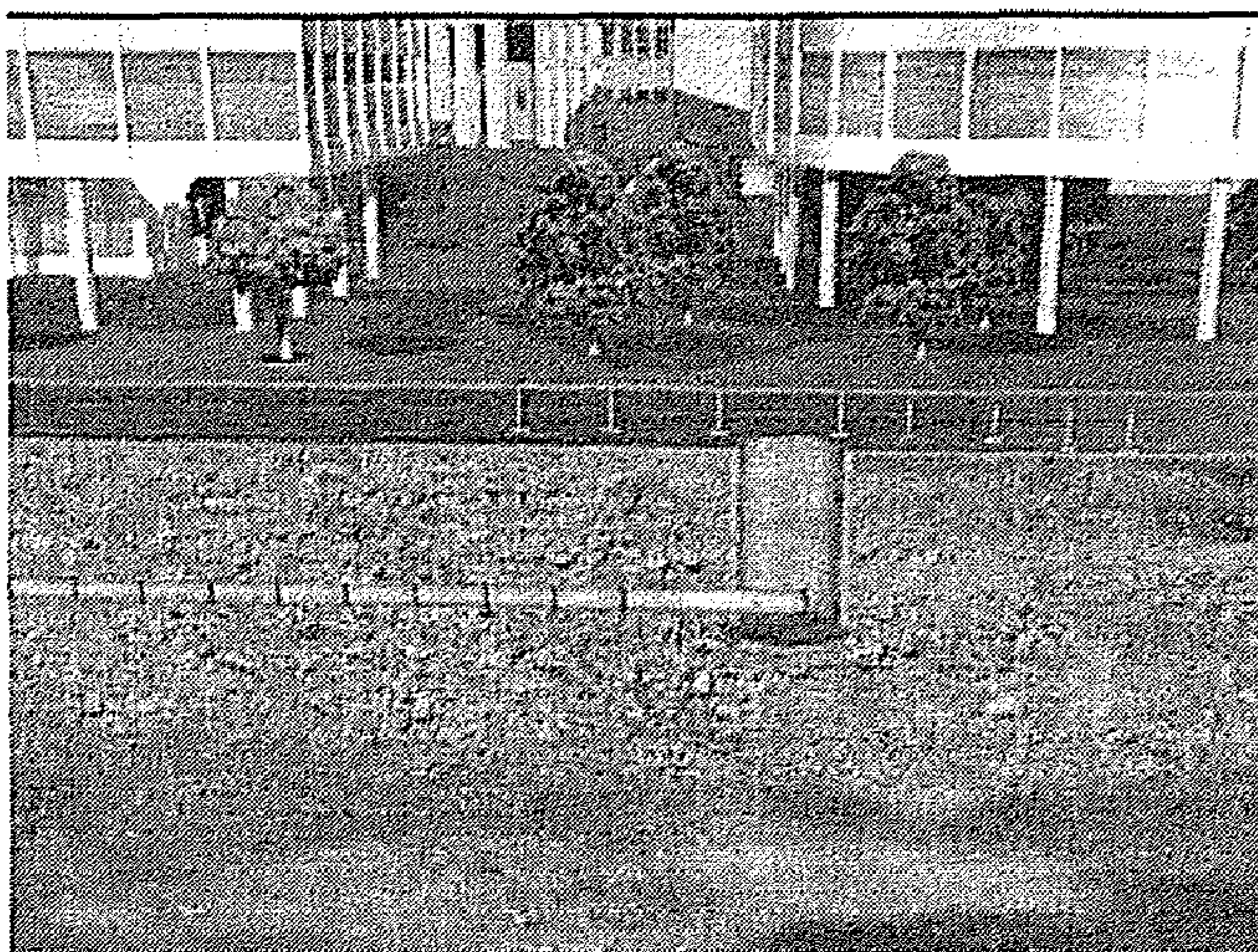
شكل (١٠) حجر كبير يواجه الحفارة أثناء الحفر – يتكسر الحجر الي قطع صغيرة يسهل شفطها بطلمبات الروبة



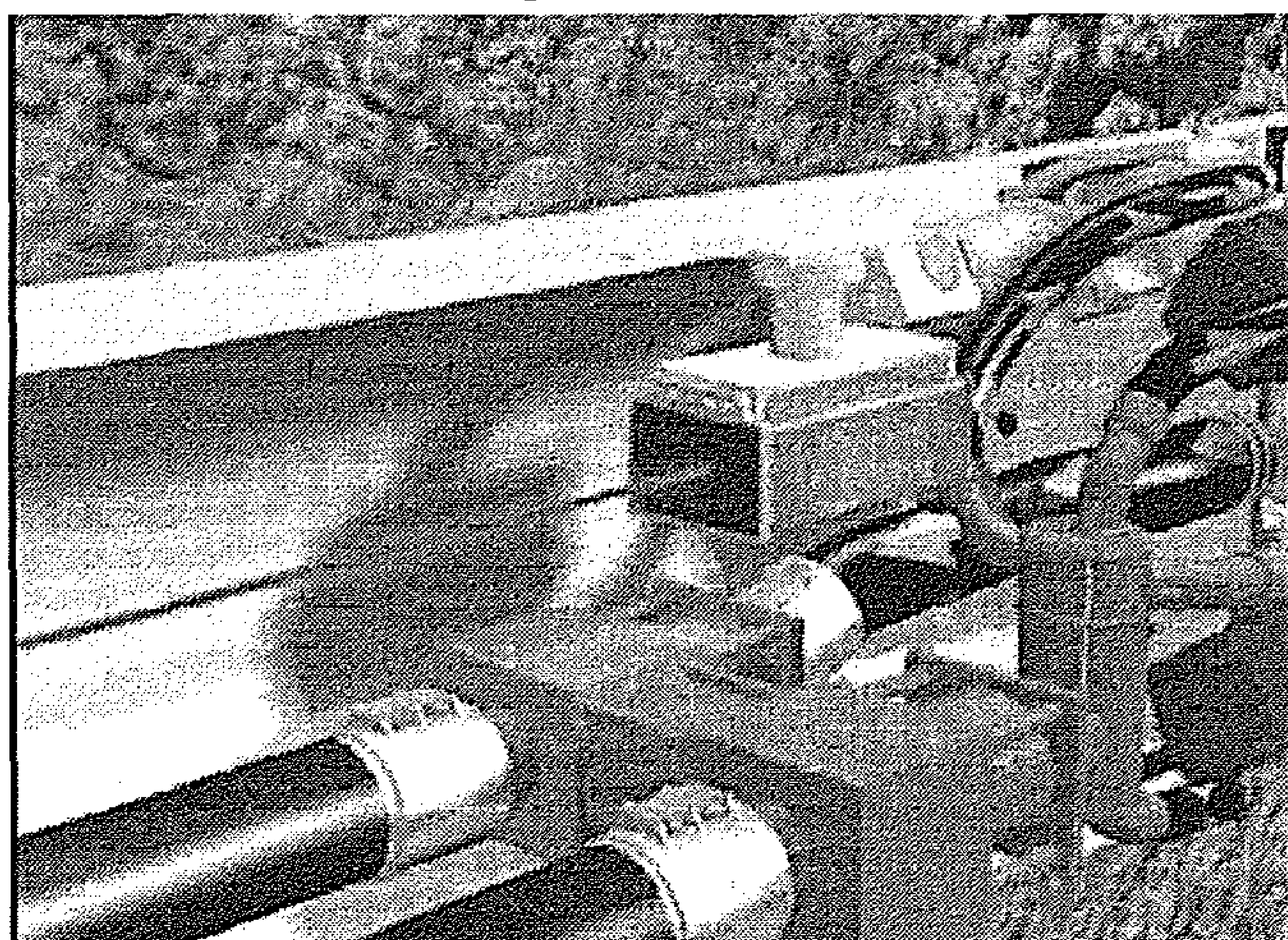
تنزيل المواسير داخل غرفة الدفع

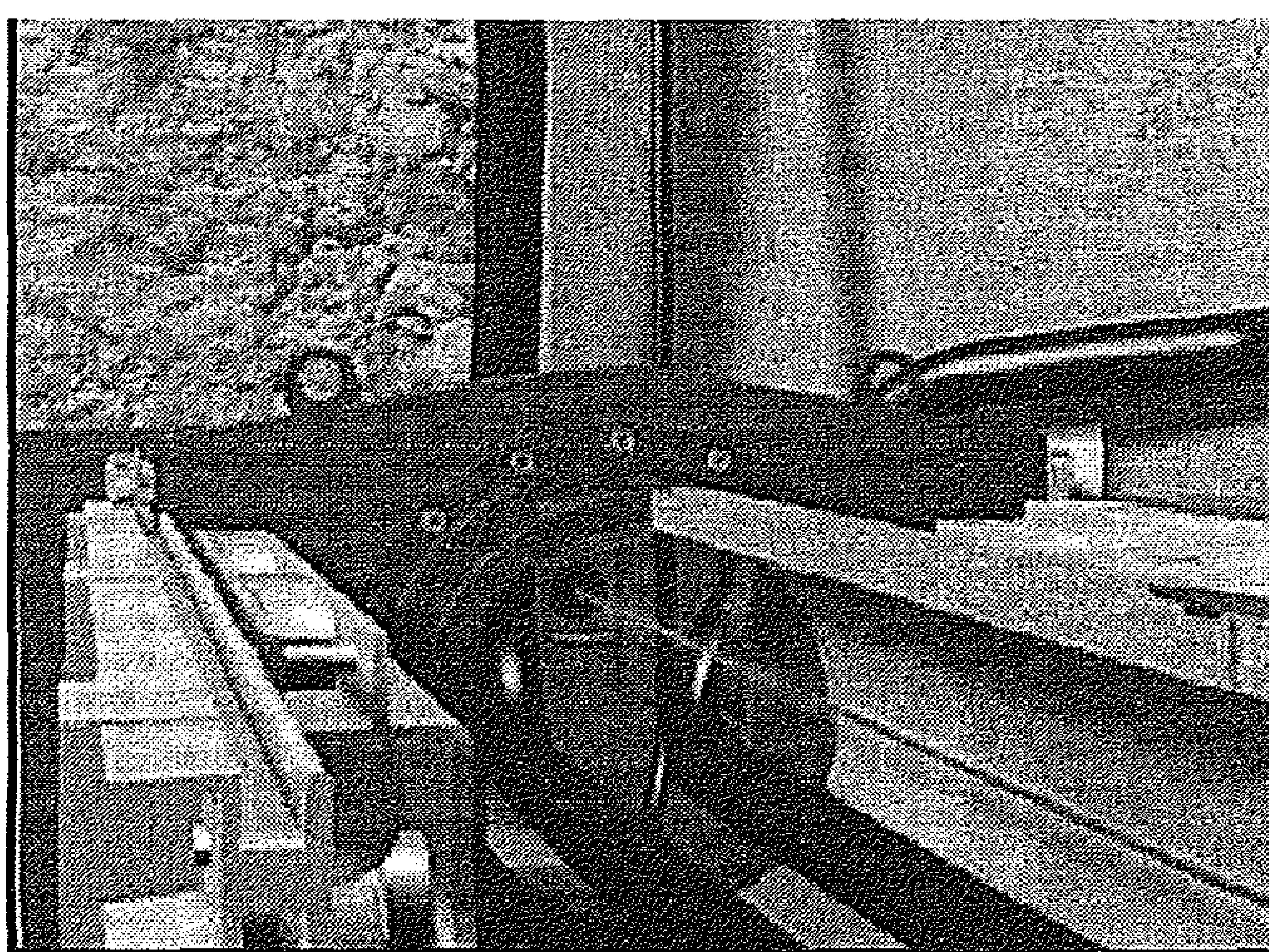


دفع و تركيب المواسير



وصول الحفارة والمواسير الي غرفة الأستقبال





شكل (١٠) شعاع الليزر ، لضبط أتجاه الحفارة

طريقة المتنفيذ :

١ - تنشأ غرف الدفع و الأستقبال بالمقاسات المناسبة لأبعاد للروافع والماسورة . ينشأ أيضا حائط الأرتكاز الخرساني لأرتكاز الروافع الميكانيكية . ننزل معدات الدفع وتركيبها داخل الغرفه . يتم تثبيت جهاز الليزر في مكان آمن في مؤخره الغرفة مع ضبطه علي الأفقية و الميل المطلوبين.

٢ - ننزل الدرع الي داخل غرفة الدفع . يتم تشغيل الروافع لدفع الدرع الي أول مسار النفق ثم تتكمش الروافع مرة أخري .

٣ - توضع أول ماسورة ويركب ذيلها مع الدرع من الخلف . تدفع الماسوره والدرع الي الأمام حتي كامل أنفراج الروافع والذي يبلغ ٣,٢ متر.

٤ - نبدأ في تجهيز الماسورة التالية ، يوضع حلقه خشبية من ألواح (ويزافورم) بين الماسورتين بسمك ١٨ مم مع لصقها وتثبيتهاPacking . تعمل هذه الحلقة مثل وصلة قابلة للأنضغاط بين كل ماسورتين متتاليتين لحماية الملسورتن من تهشم البدن ، ويتم عزلها من الخارج بمواد عزل بيتومينية.

٥ - باستمرار دفع المواسير وقيام الحفارة بالعمل ، يتم ضخ المياه الي مقدمة الحفارة لتختلط بمواد التربة وتروبها . يوجد أيضا طلمبة تضخ المياه تحت ضغط ٣٠٠ ض . ج , Jet pump تقوم أيضا بتفتيت التربة وتحويلها الي قطع صغيرة يسهل خلطها بالمياه.

تقوم ماسورة أخري وطلمبة شفط الروبه بشفط الروبة (تربة مخلوطة بالمياه) Slurry Pump من أمام الدرع الي خارج النفق الي حوض ترسيب علي سطح الأرض . تترسب الحبيبات الي أسفل الحوض بينما تسحب المياه من أعلي الحوض ليتم ضخها مره أخري داخل النفق.

معدلات الدفع :

ترجع معدلات الدفع الي نوع التربة وطول النفق . تكون هذه المعدلات في حدود ٢٠ م . ط / الوردية في حالة التربة الرملية أو الصخور الضعيفة.

يمكن دفع المواسير الي مسافة ٣٠٠ م . ط كحد أقصي .

الدقة :

تبلغ دقه العمل الي ٣٠ مم في الأفقية أو المنسوب . يفضل دفع المواسير من أسفل الي أعلي حتي لا ينتج هبوط في سطح الأرض نتيجه أنشاء النفق .

ملاحظة :

قد تصادف الحفارة كتل صخرية شديدة الصلادة أثناء العمل ، قد يفكر البعض في زيادة قوة الدفع من الروافع مع دوران الحفارة . قد يكون ذلك خطرا نظرا لأحتمال تهشم المواسير . وقد يتم الحفر المكشوف فوق موقع الحفارة لأخراجها مع صلب جوانب الحفر و التخلص كذلك من المياه الأرضية .

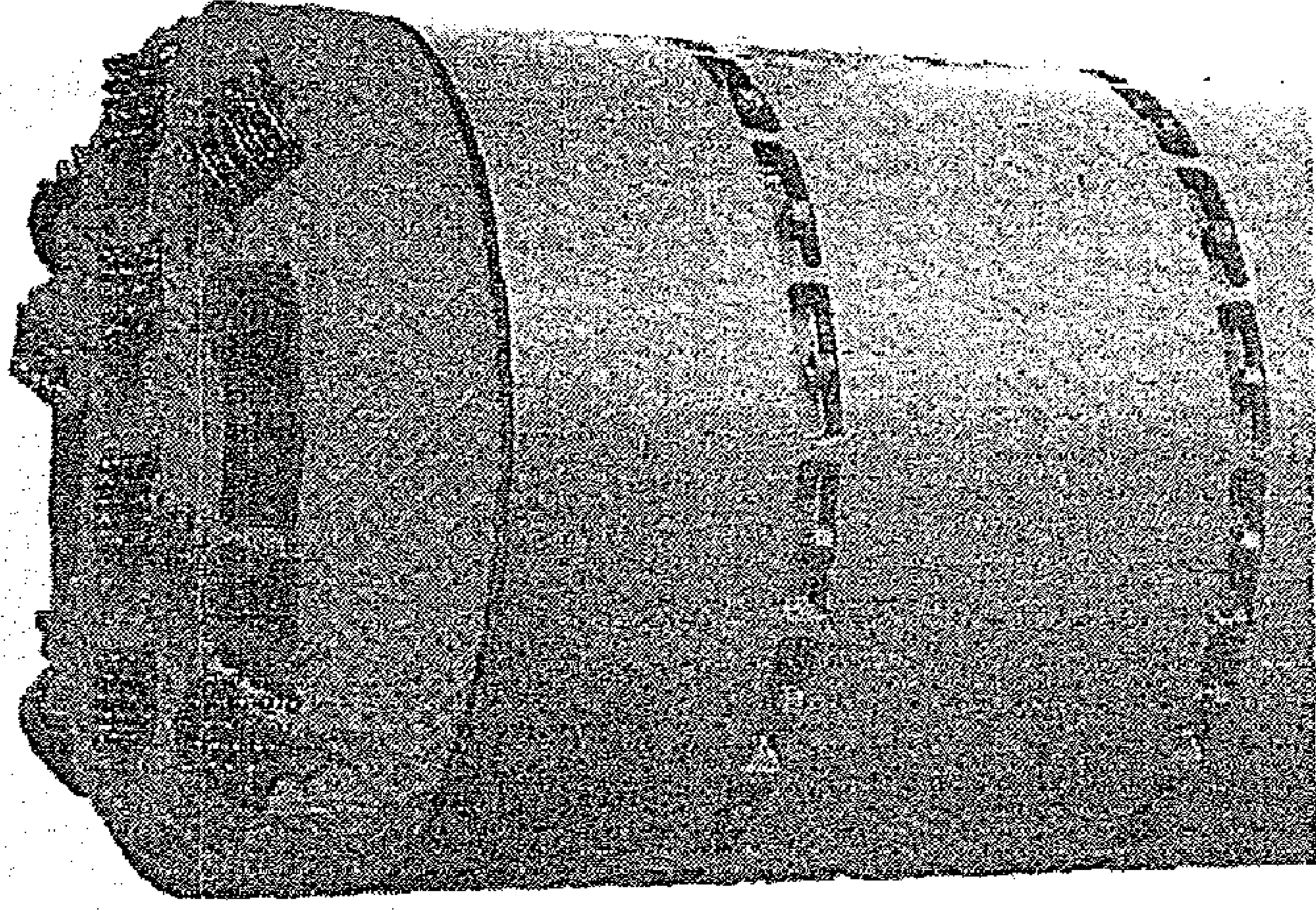
أنشاء الأنفاق الصغيرة في الصخور :

صممت هذه المعدة للأنفاق الصخرية ولها القدرة علي أختراق الصخور الشديدة بواسطة الألواح القاطعة والعجلات المركبة علي مقدمة المعدة . وهي مجهزة للحفر في الصخر قوة ٧٠ – ٢٠٠ نيوتن / مم^{٢} . هذا المدي يغطي كافة أنواع الصخور التي يمكن أن نواجهها أثناء العمل . والمعدة لها مقدمة مخروطية تساعدها علي تكسير و أختراق الصخور وكذلك لها فتحات كبيرة كافية في المقدمة لأستيعاب الأحجار والصخور المتكسرة (مقاس من ١٨٠ مم – ٣٠٠ مم) . تعمل المعدة في حالة وجود مياه أرضية من عدمه – شكل (١١) .

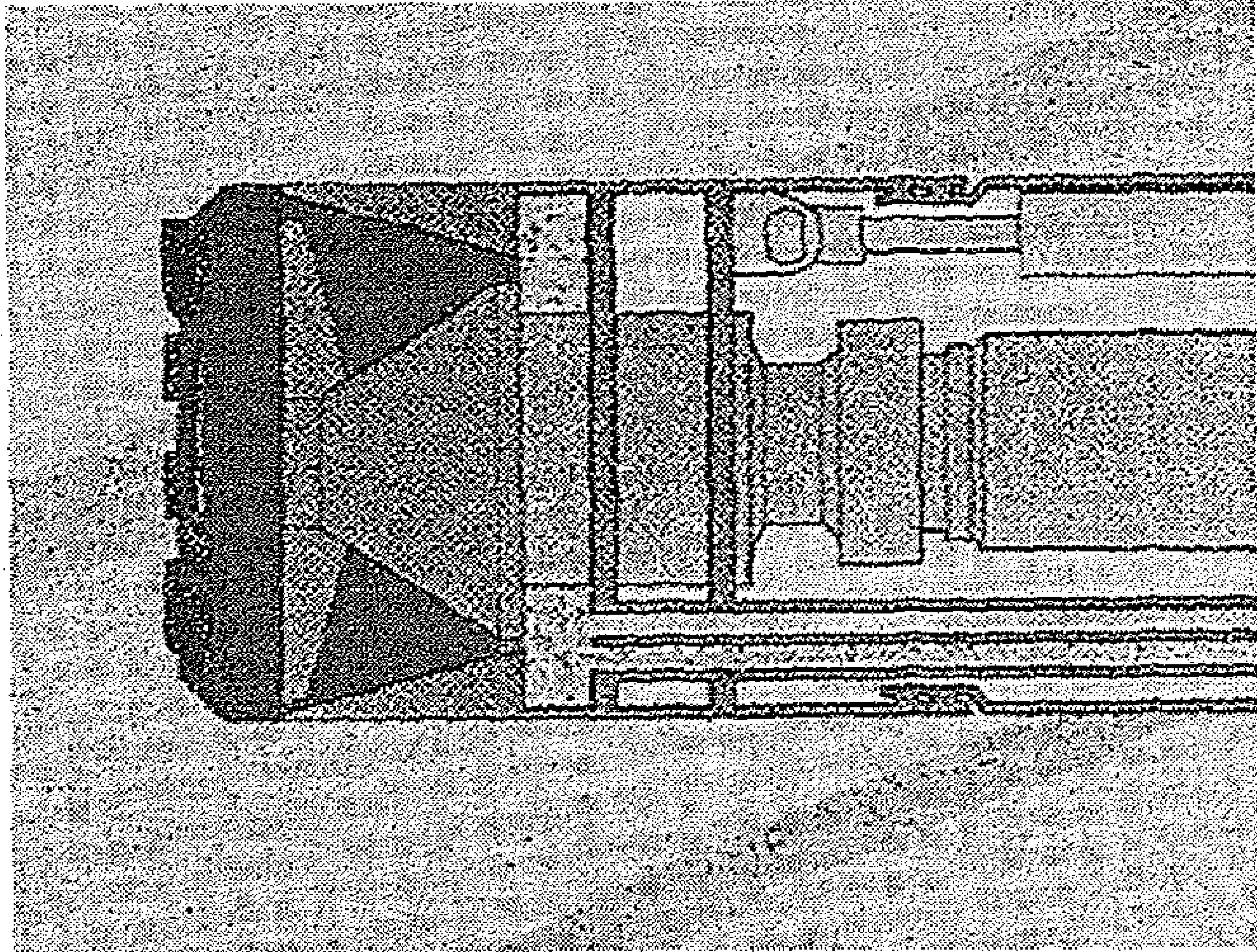
أقل عمق للعمل = ٢ متر .

أقصي عمق = ٣٠ متر .

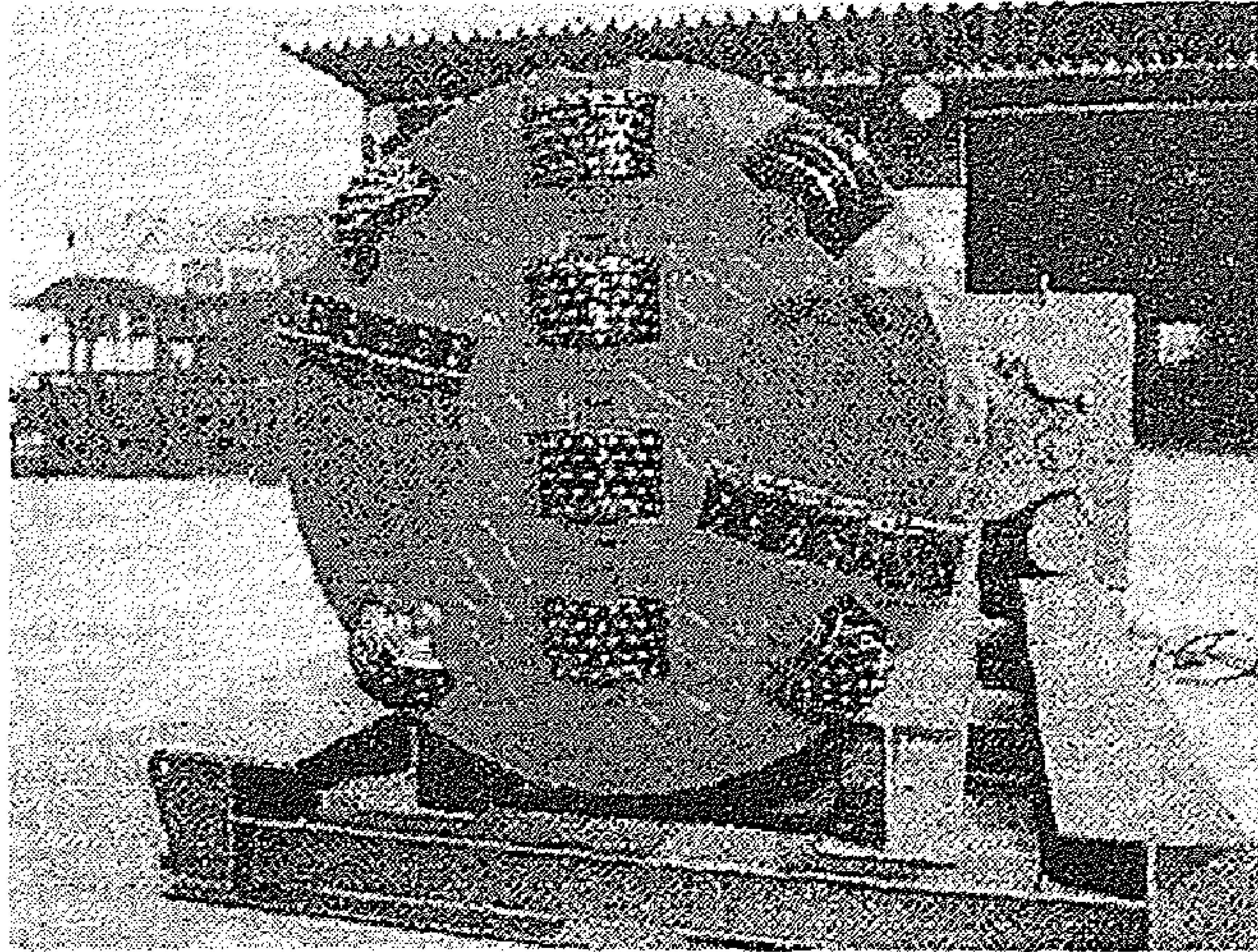
أقصي أرتفاع للمياه الأرضية = ٣٠ متر .



شكل (١١) معدة أختراق التربة الشديدة التماسك و الصخور



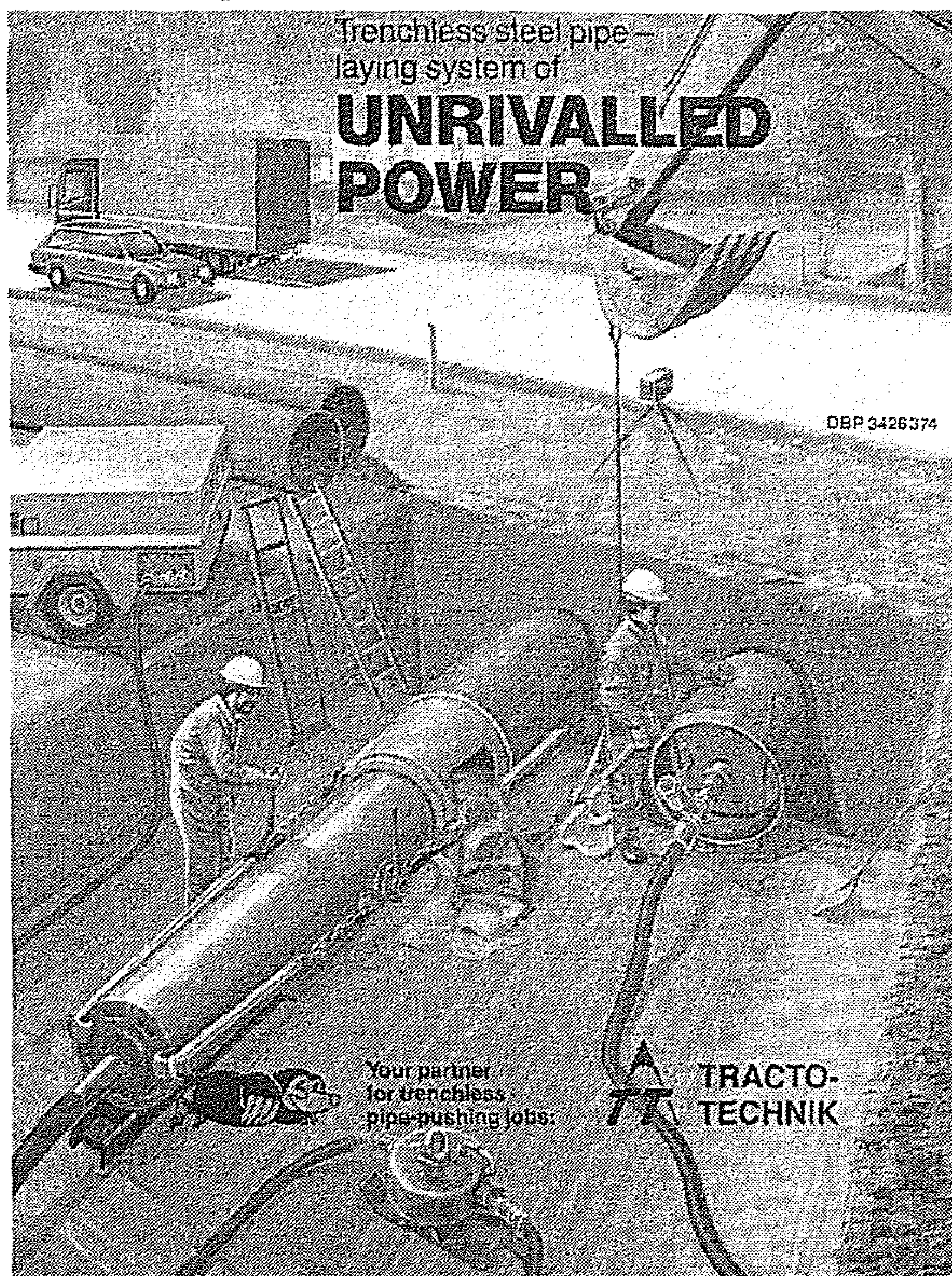
معدة العمل في التربة الشديدة التماسك أو الصخر



تابع شكل (١١) معدة العمل في التربة الشديدة التماسك أو الصخر

أنشاء الأنفاق بطريقة الطرق الهوائي :

يستخدم هذا النوع من معدات الأنفاق لتعديات أسفل السكك الحديدية و الطرق و كفواريغ Sleeve لخطوط الغاز و المياه و الصرف الصحي و الكابلات- شكل(١٢).



شكل (١٢)

مخطط يبين طريقة عمل الشاكوش

تتلخص الطريقة في دفع ماسورة حديدية بشاكوش يعمل بضغط الهواء في الأتجاه الأفقي و بالميل المطلوب .

و ينصح باستخدام النفق كفواريغ فقط حيث أنه من المتوقع تآكل الماسورة بفعل الصدأ أو مياه الصرف الصحي بالأضافة الي ضرورة حقن الفراغ بين جسم الفاروغ و الماسورة الأصلية بمونة الأسمنت و الرمل .

و أقصي قطر أمكن الوصول اليه باستخدام هذه التقنية هو ٢٠٠٠ مم و الأطوال في حدود ٦٠ م . ط تبعا لقطر النفق.

وصف الماسورة :

تصنع الماسورة من الصلب ويكون سمك البدن حسب الجدول التالي :

قطر الماسورة (مم)	سمك بدن الماسورة (مم)	
	طول النفق حتي ٢٠ متر	طول النفق حتي ٣٠ متر
١٥٠		
٢٠٠		
٢٥٠	٦,٣	٧,١
٣٠٠		
٤٠٠	٧,١	٨
٥٠٠	٨	
٦٠٠	٨,٨	
٧٠٠	١٠	١٠
٨٠٠		
٩٠٠	١٢	١٢
١٠٠٠		
١٢٠٠	١٥	١٥
١٣٠٠	١٦	١٦
١٤٠٠	١٨	١٨

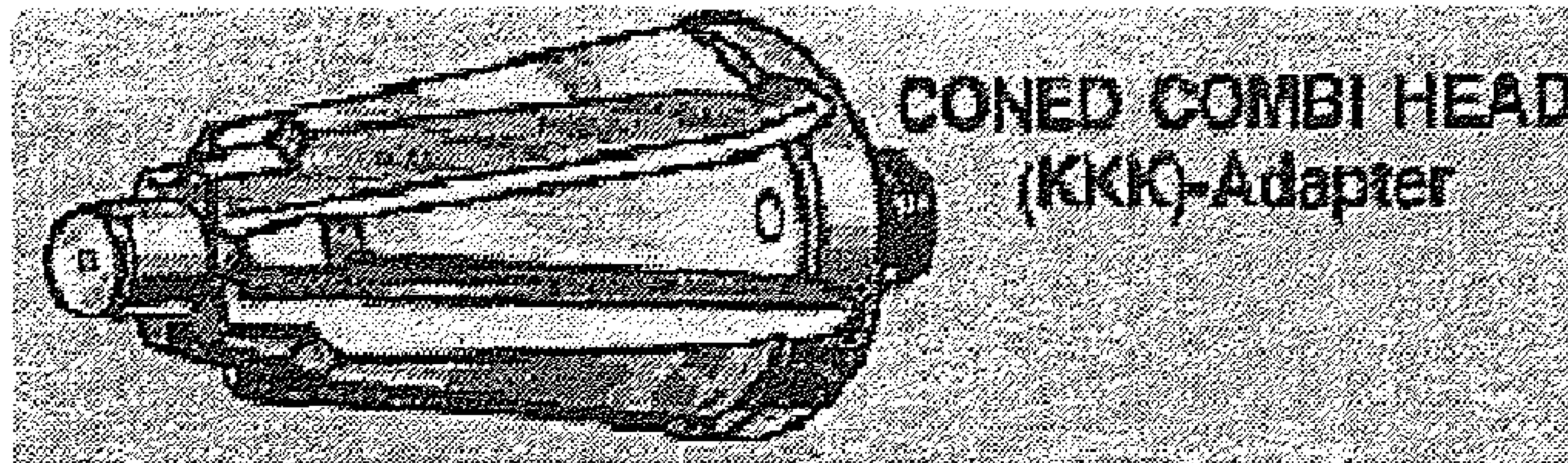
مكونات الشاكوش :

يتكون الشاكوش من خمسة أجزاء رئيسية :

١ - جسم الشاكوش: Body

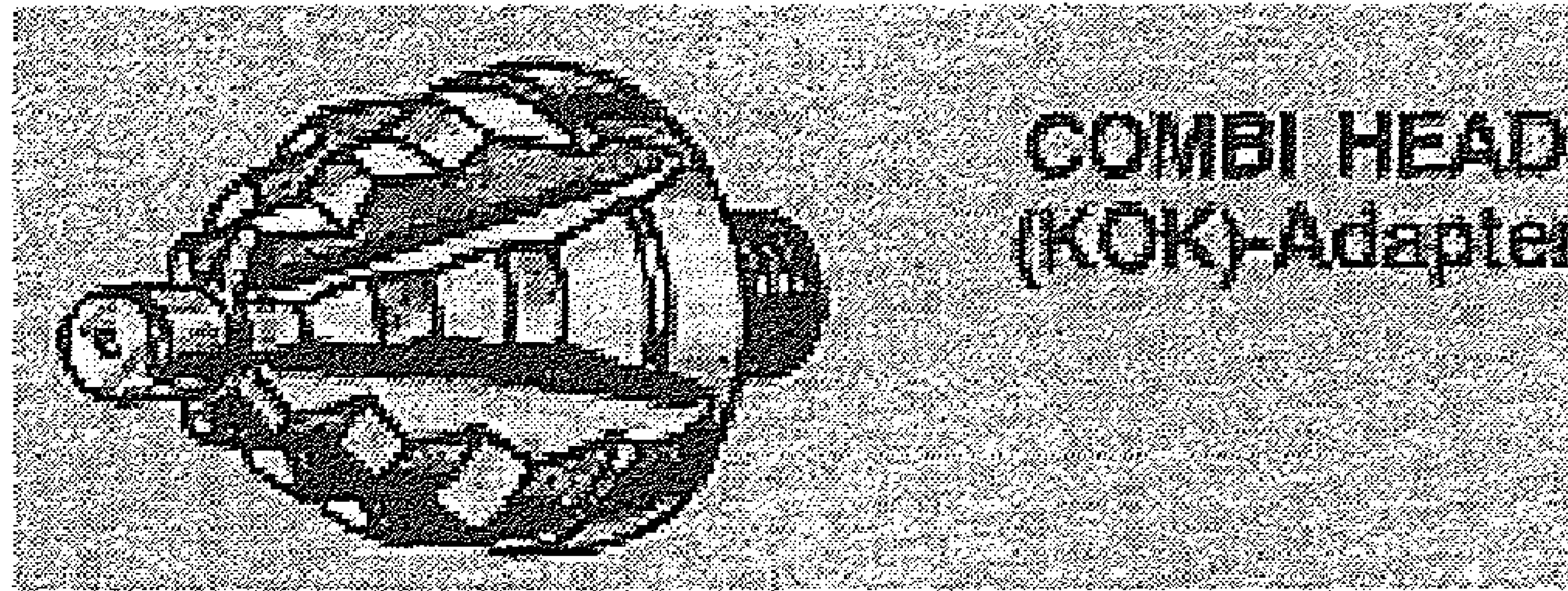
٢ - رأس الشاكوش : Head Adaptor و هي نوعان:

النوع الأول : يستخدم في الأرض المدموكة و المتجانسة و الأرض الرملية و هو علي شكل مخروط – شكل (١٣)



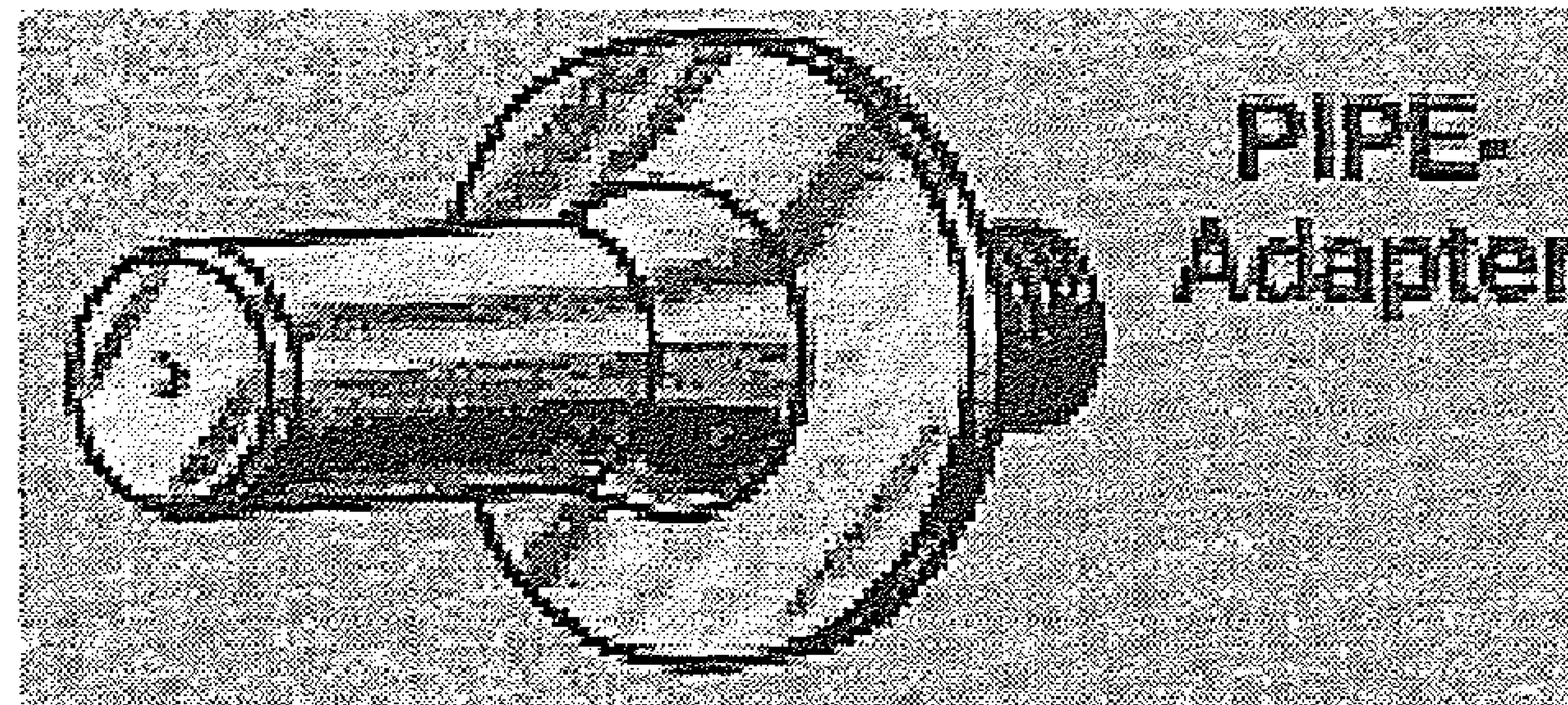
شكل (١٣) النوع الأول من رأس الشاكوش

النوع الثاني : يستخدم في الأرض غير المتجانسة و هو أقل في الأرتفاع من النوع الأول – شكل (١٤) .



شكل (١٤) النوع الثاني من رأس الشاكوش

توجد مهمات أخري مثل الجزء الدافع للماسورة في حالة صغر قطر الماسورة عن قطر الشاكوش – شكل (١٥) .



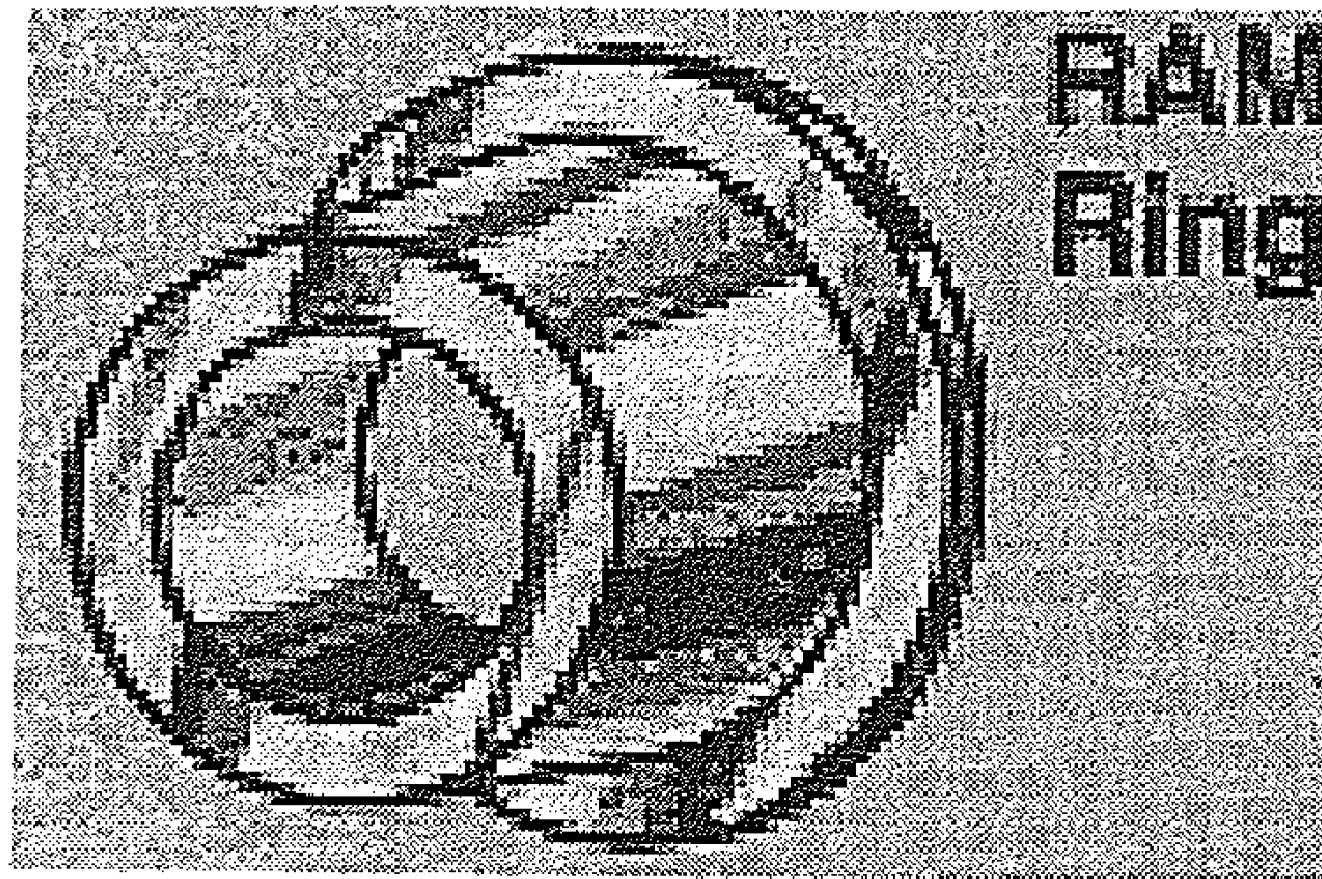
شكل (١٥) دافع الماسورة – قطر الماسورة أقل من قطر الشاكوش

الجزء الآخر يستخدم في دفع للمواسير الأكبر من قطر الشاكوش – شكل (١٦).

٣ - مكبس التحكم : Control Piston و يتحكم في دخول الهواء المضغوط و عكس حركه الشاكوش.

٤ - المكبس الرئيسي : Main Piston و هو مكبس الدفع الرئيسي للشاكوش.

٥ - غطاء نهاية الشاكوش End Cap : يتصل بقاعدة الشاكوش كما يتصل به حبل الشد.



شكل (١٦) دافع الماسورة – قطر الماسورة أكبر من قطر الشاكوش

نظرية العمل Function :

المعده عبارة عن شاكوش يعمل بالهواء المضغوط عند ضغط ٦ – ٧ ض .ج حيث يقوم الهواء المضغوط بتحريك و دفع المكبس الرئيسي للأمام و بالتالي دفع الشاكوش الي داخل الأرض . يستخدم ضاغط هواء مناسب لأنتاج الهواء المطلوب و الضغط المطلوب .

و عند أستخدام ضغط أقل – يحدث فقد في قدرة الشاكوش – فمثلا عند أستخدام ضغط ٥ ض . ج يصل الفقد في قدرة الشاكوش الي ٥٠% – أيضا في حالة زيادة الضغط عما ذكر ، فأنه يتسبب في تلف الشاكوش.

طبيعة التربة :

يصلح هذا النوع في حالة أن قطر جزيئات التربة أكبر من ١٠/١ مم كما لا يستخدم في حالة التربة الصخرية . و يعتمد معدل أختراق التربة علي طبيعتها و كفاءة رأس الشاكوش . فمعدات الحفر مصممة علي أساس وجود أحتكاك بين جسم الشاكوش و حبيبات التربة . و في حالة الأرض الطينية أو المشبعة بالماء – فلا يتوفر الشرط السابق و لا يتوفر الأحتكاك و لهذا تستخدم طريقة الدفع الخلفي للماسورة Instant Pipe Pushing و ذلك بقيام الشاكوش بدفع الماسورة أمامه . تلاحظ النقاط التالية :

١ - أقل عمق للحفر يساوي ١٠ مرات قطر الشاكوش علي الأقل.

٢ - طول الحفر من ٥ – ٣٠ متر و يمكن زياده الطول مع خبره التشغيل و ملائمه ظروف الأرض.

٣ - في حالة دفع المواسير الصلب Pipe Ramming تكون طبيعة الأرض هي العامل المؤثر في مسافة الحفر – ففي الأرض الرملية يمكن أن تزيد مسافة الحفر عن ٥٠ متر.

أعداد الموقع :

تنشأ حفرة البداية بأبعاد مناسبة لطول الشاكوش + طول الماسورة المستخدمه + ١ متر و ذلك للسماح بعملية لحام الماسورة التالية و تركيب الشاكوش . يمكن حساب عرض الحفرة بحيث يسمح بالتنفيذ بسهولة و كذلك أختيار طريقة صلب جوانب الحفر و طريقه التخلص من مياه الرشح .

تنشأ حفره النهاية آخر النفق و تكون بطول يساوي طول الشاكوش +١ متر و بعرض كاف لأمكان فك المعدة بسهولة

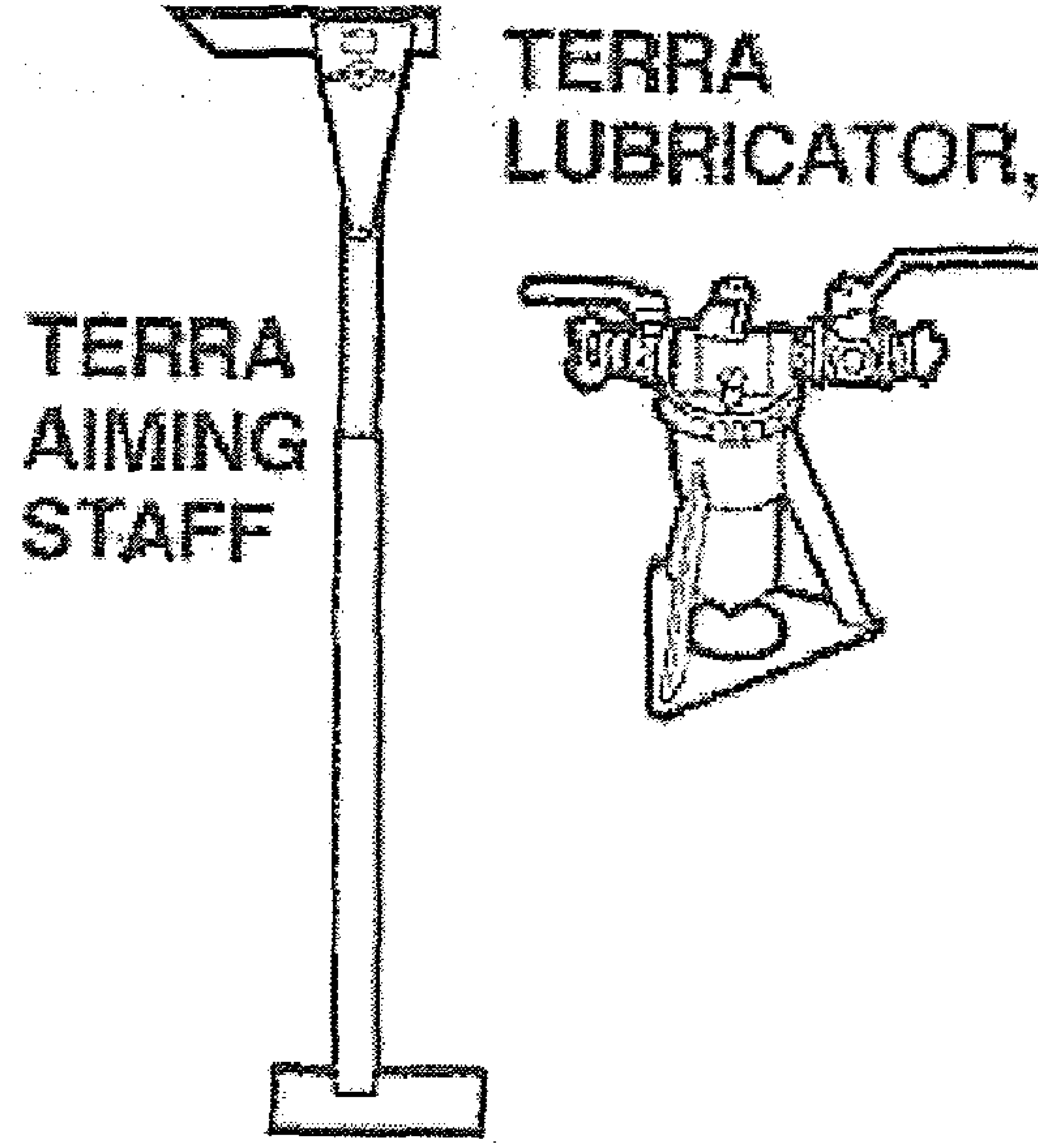
الأجهزه المساعدة :

١ – جهاز ضبط الأتجاه :

ووظيفته الضبط السليم لأتجاه و ميل الشاكوش و بالتالي خط المواسير– شكل (١٧) . و هو عبارة عن قائم معدني مثبت به تليسكوب في نهايته مع تدريج . يتم ضبط هذا التليسكوب في محور النفق و يضبط علي الميل المناسب . يتم أستقبال شعاع النظر في نهاية النفق بواسطه شاخص يكون علي محور النفق تماما.

٢ – المشحمة :

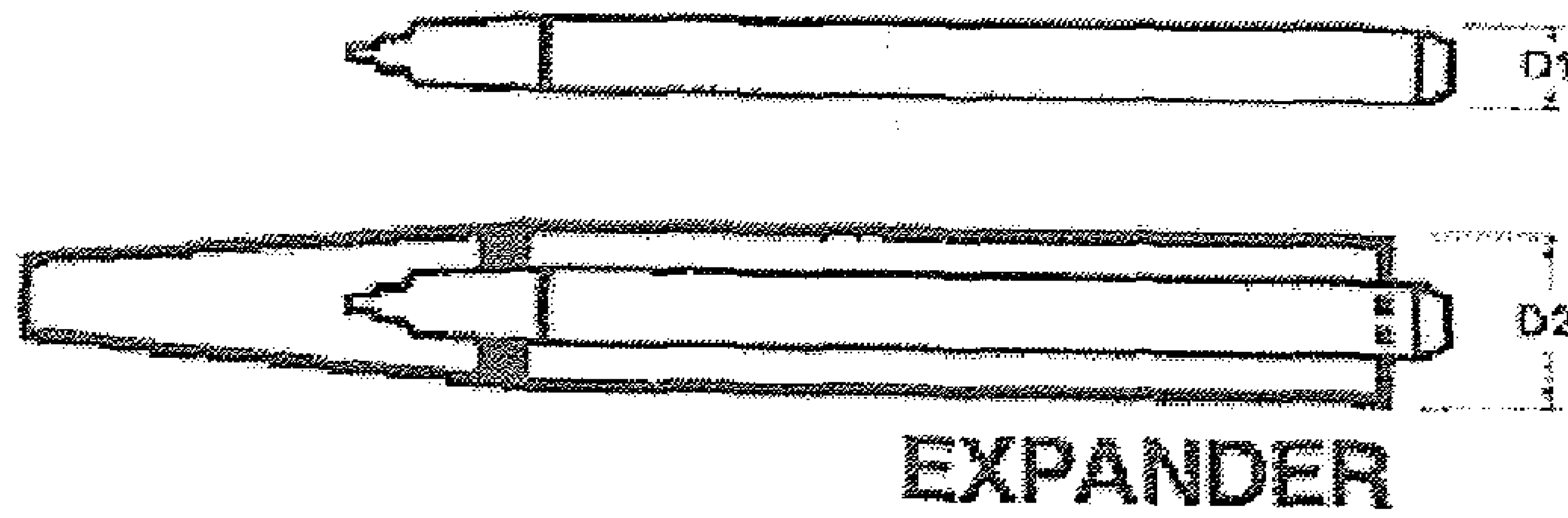
يوضع هذا الجهاز في موقع البداية – شكل (١٧) و قد تم تصميم صمام الدفع لضمان التشغيل والأيقاف اللحظي للشاكوش . و يستخدم الصمام المنظم لضبط سرعة المكبس بالتحكم في كمية الهواء الداخلة الي الشاكوش. أما وظيفته الأساسية فهي أمداد الشاكوش بالكمية الصحيحة من الشحم لمنع التجمد في درجات الحراره المنخفضة.



شكل (١٧) جهاز ضبط الأتجاه والمشحمة

٣ – الجراب Expander :

يستخدم الجراب مع الشاكوش لزيادة قطر فتحة الحفر في الطبقات المتماسكة. و يراعي عدم أستخدام هذا الجراب أذا كان معدل أختراق الشاكوش للأرض خلال الحفر الأصلي أكبر من ٤ متر/ ساعه لأن السرعات الأقل دليل علي صلابة الأرض. يلاحظ أنه لا يمكن عكس حركة الشاكوش في حالة أستخدام الجراب المذكور حتي لا ينفصل الشاكوش و يترك الجراب داخل الأرض – شكل (١٨) .



شكل (١٨) الجراب

٤ – الجزء القاطع Cutting Shoe :

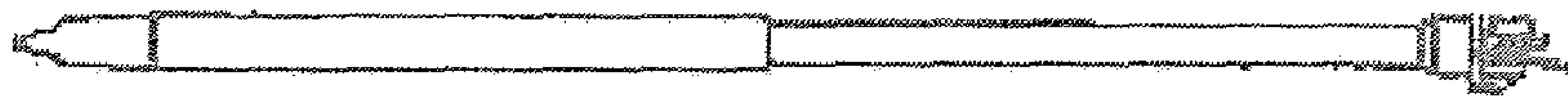
و هو جزء مخروطي الشكل – قطره الخارجي أكبر قليلا عن قطر الماسورة – يركب في مقدمة الماسورة لحمايتها أثناء الدق و هو مزود بماسورة حقن داخلية لدفع مواد الشحم علي بدن الماسورة الخارجية لتسهيل عملية الأختراق .

٥ - السحب اللحظي للمواسير Instant Pipe Pulling :

يمكن لهذا الشاكوش سحب المواسير البولي فينيل كلورايد في نفس وقت الحفر - و الشاكوش مجهز بحبل شد يمكن أدخاله بالماسورة و تثبيته في آخرها بقفل خاص . و بذلك يقوم الشاكوش بسحب الماسورة وراءه في الحفر .

بعد دخول الماسورة داخل الحفر - يتم أيقاف الشاكوش و فك حبل الشد و أطالته ثم يتم تركيب ماسورة و يتم رباطها بحبل الشد ليقوم الشاكوش بسحب الماسورتين و هكذا - شكل (١٩) . و يمكن أستخدام حبل شد خفيف في المواسير حتي قطر ٧٥ مم في حين يستخدم حبل أقوي للمواسير الأكبر .

INSTANT PIPE PULLING

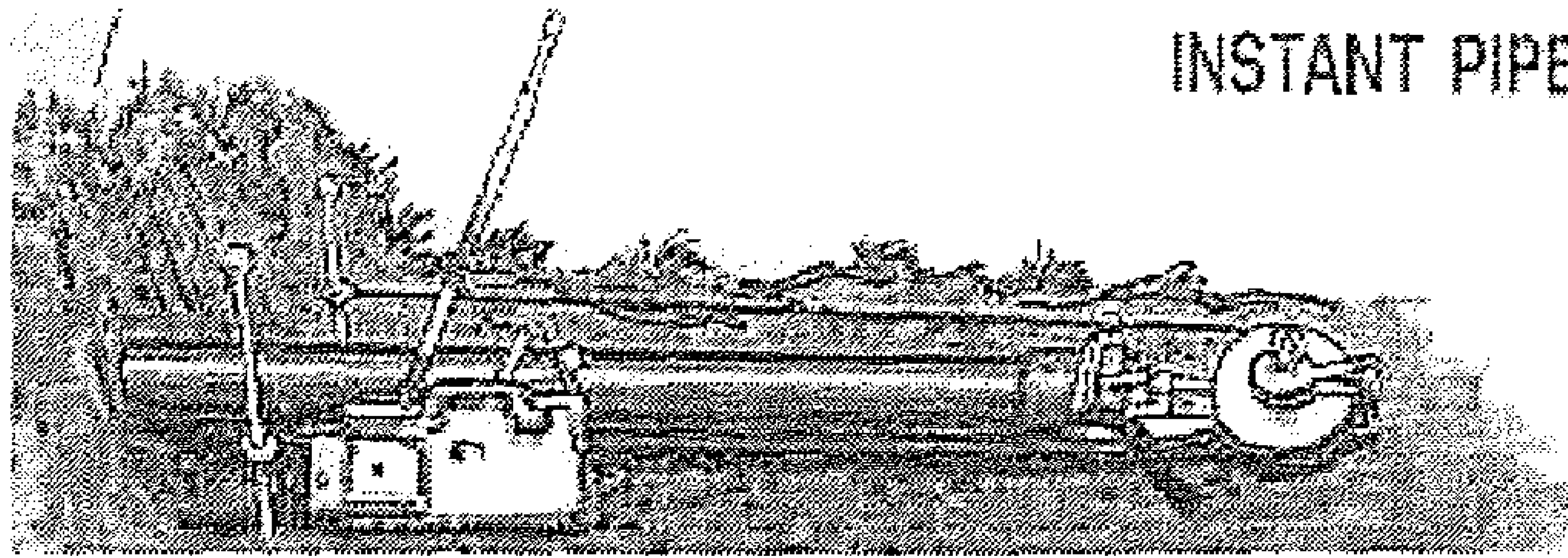


شكل (١٩) السحب اللحظي للواسير

٦ - الدفع اللحظي للمواسير Instant Pipe Pushing :

يستخدم في الأنفاق الأطول من ١٥ متر و يزود برافعه Terfor Winch - مربوطه بأوتاد قويه في الأرض لدفعه الي الأمام و المساعدة في عملية الأختراق- شكل(٢٠).

INSTANT PIPE PUSHING



شكل (٢٠) الدفع اللحظي للمواسير

أنواع العمليات الرئيسية :

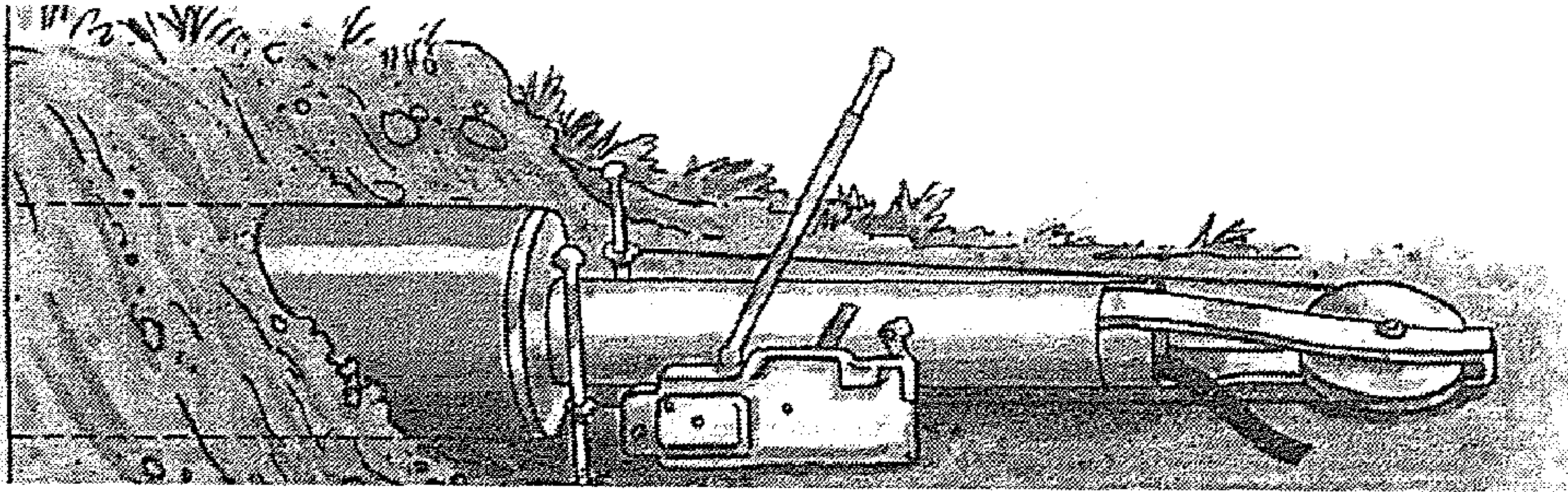
أ - الأختراق مع سحب المواسير Underground Pipe Piercing :

تتم هذه العملية باستخدام شاكوش أختراق التربة ويثبت خلفه خط المواسير المراد تمريره . يشترط أن تكون المواسير من خامة PVC أو بوليستر أو بولي إيثيلين بالأقطار التالية : ٤٠ ، ٦٠ ، ٧٥ ، ٩٠ ، ١٠٠ ، ١١٠ ، ١٢٥ ، ١٥٠ مم . أقصي

طول يمكن تنفيذه بهذه الطريقة هو ٢٥ متر للمرة الواحدة وعلي عمق من سطح الأرض لا يقل عن عشرة أمثال قطر الشاكوش المستخدم .

ب – الدق و دفع المواسير الصلب Steel Pipe Ramming :

يركب الشاكوش علي أول ماسوره (الطول المناسب ٤ – ٦ متر) ، ثم يتم الضبط النهائي علي المحور و بالميل المطلوب(يمكن عمل دليل ثابت في غرفه الدفع عباره عن كمرتين متوازيتين حرف I) على المنسوب و الميل تماما لوضع الشاكوش و المواسير) بالأضافه الي ذلك يتم تركيب الرأس القاطع لتسهيل القطع و أختراق التربه أمام الماسوره ثم يبدأ الدفع . بعد نهو دفع الماسوره الأولي – يتم فك الشاكوش ثم تلحم الماسوره الثانيه علي أن يكون محورها متطابق تماما مع الماسوره الأولي و دون اي أنحراف . يتم تركيب الشاكوش علي الماسوره الثانيه و يقوم بالطرق و الدفع للماسورتين و هكذا . يمكن أزاله الأتربه من داخل المواسير بدفع الهواء أو بدفع الماء كما ذكر . تصلح هذه الطريقه للمواسير قطر ١٠- ٣٢ بوصة – شكل (٢١) .



شكل (٢١) دفع المواسير الصلب

ج – أزالة خط مواسير موجود مع أحلال خط جديد Pipe Bursting :

يستخدم في تجديد المواسير القديمة مثل المواسير الزهـر أو الفخـار بـين مطقـين والأحلال بمواسير جديدة . يمكن أن يكون الطول في المرة الواحدة ١٠٠ متر وبأقطار حتي ٤٠٠ مم . يتم في هذه العملية تمرير سلك من داخل الخط القـديم الـي الجهـه الأخري ثم ربطه برافعه شد قويه . يركب الشاكوش أول الخط و يبدأ العمل . يقـوم الشاكوش بتهشيم الخط القديم و سحب و أحلال المواسير الجديدة في نفس الوقت مـع قيام الرافعه بالشد أثناء عمل الشاكوش – شكل (٢٢) .



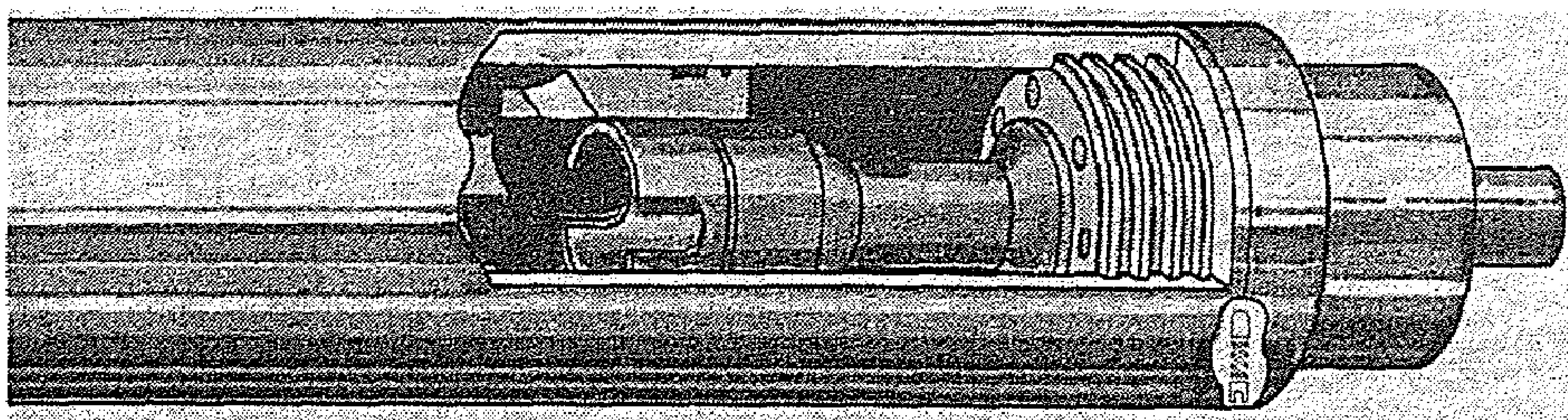
شكل (٢٢) أزالة الخط القديم مع أحلال ماسورة جديدة



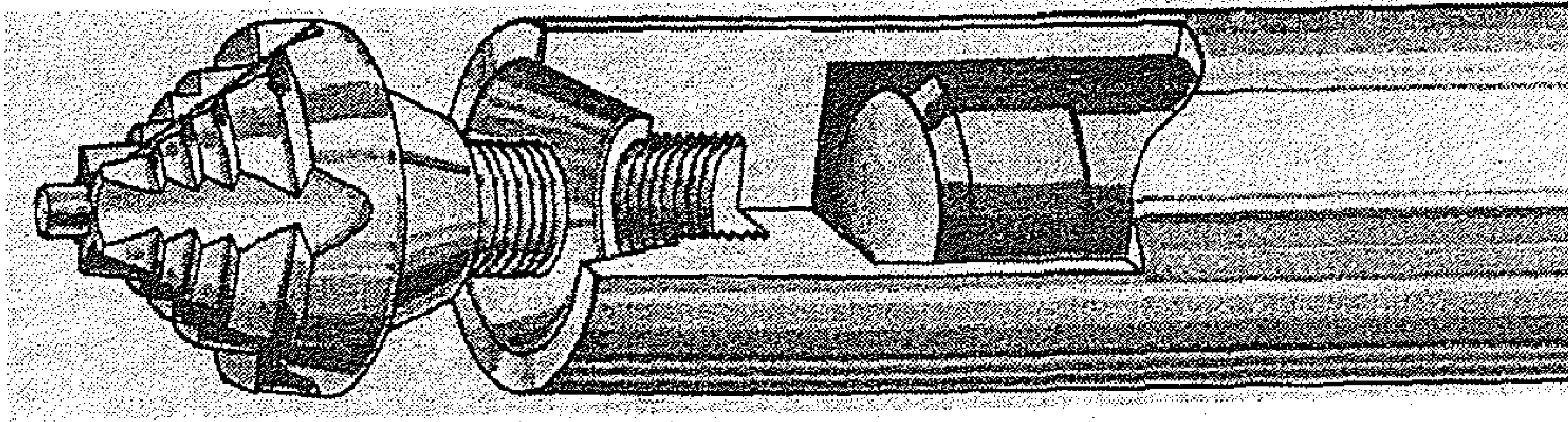
شكل (٢٢) أزالة الط القديم مع أحلال ماسورة جديدة

تفاصيل الشاكوش :

يحتاج هذا الشاكوش الي غرفة مؤقتة صغيرة للدفع والأستقبال – شكل (٢٣) .



مؤخرة الشاكوش

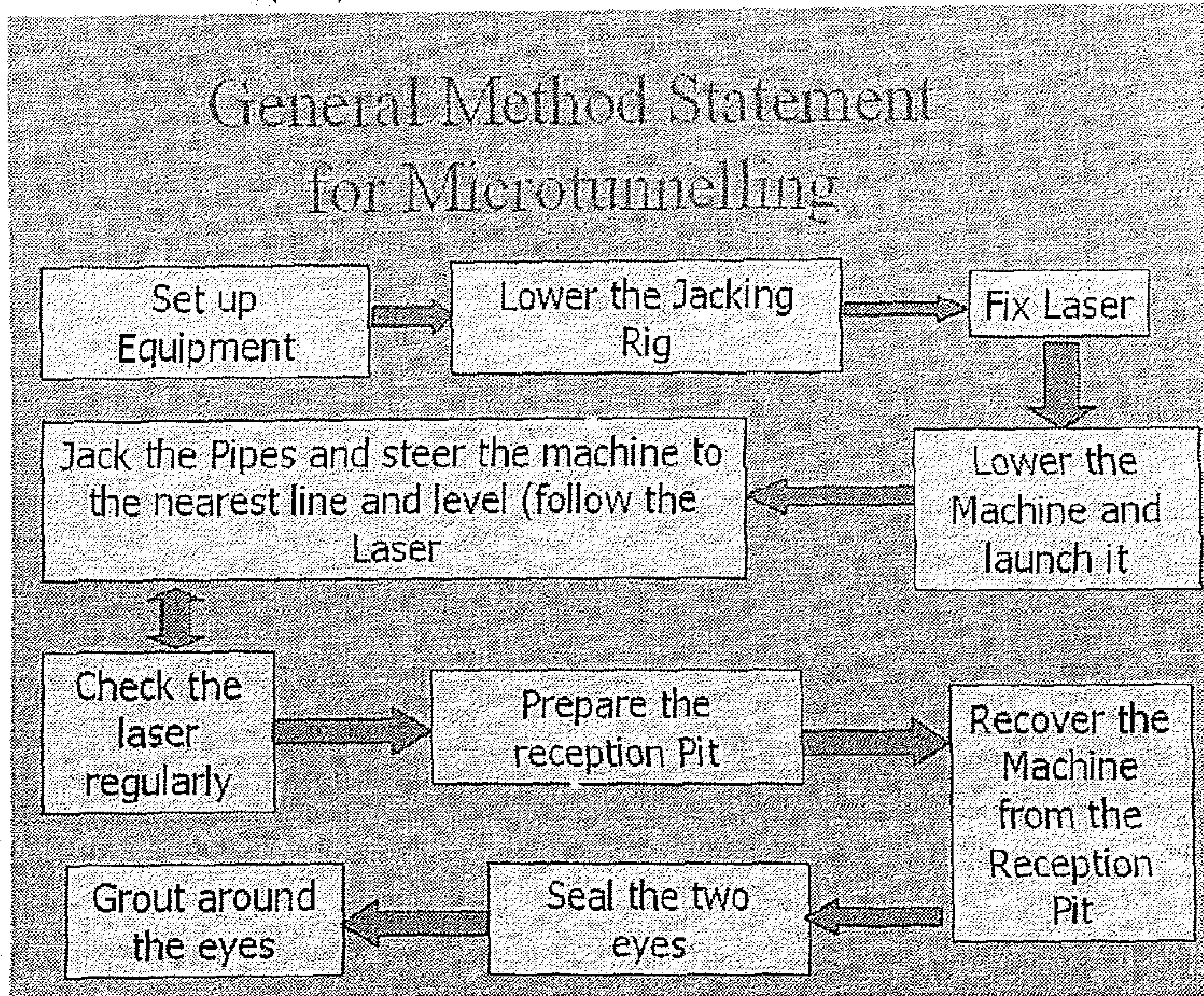


شكل (٢٣) مقدمة الشاكوش

الأنفاق ذات الأقطار الصغيرة من الخرسانة العادية :

يطلق أسم الأنفاق الصغيره علي الأنفاق ذات القطر أقل من ٣ متر . و الأنفاق ذات القطر ١ - ١,٥ متر يمكن أن تصنع قطعها الخرسانية Segments من الخرسانه العادية مع ضرورة الأهتمام بصناعة الخرسانة للحصول علي مقاومة عالية بالأضافة الي أستخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات . أما بالنسبه الي الأقطار الأكبر فيستخدم الأجزاء الخرسانية المسلحة كما سبق .

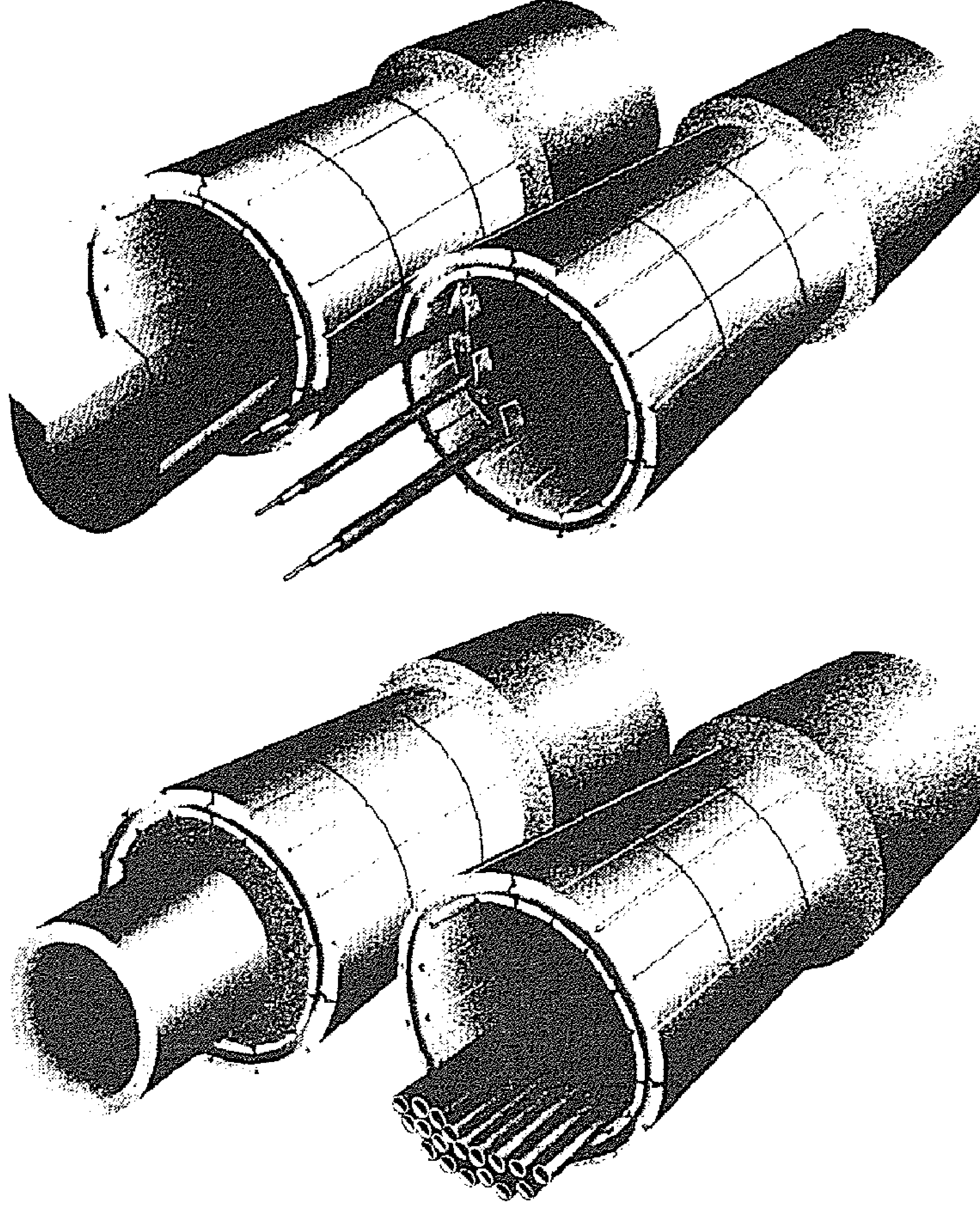
و في حالة الأطوال البسيطة (حتي طول ١,٥ كم) فأنه يمكن أستخدام ماكينة نصف آليه Simi Mechanized حيث تكون أكثر أقتصادا - شكل (٢٤) .



شكل (٢٤) طريقة تنفيذ النفق

أستخدامات النفق :

يستخدم النفق في تمرير الكابلات الكهربائية وخطوط التليفون أو المياه –شكل (٢٥) .

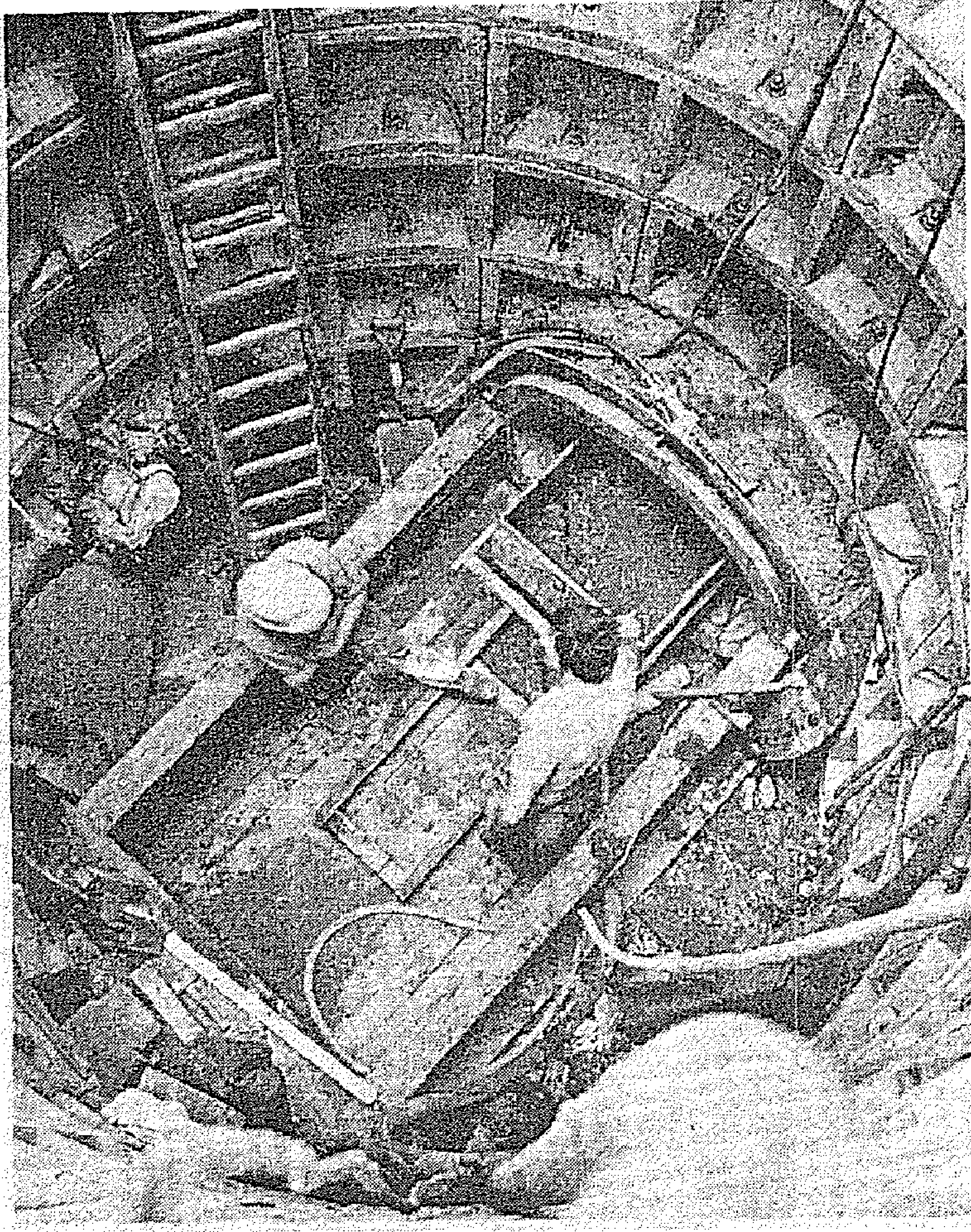


شكل (٢٥) أستخدامات النفق

مكونات النفق :

١ – غرفة التشغيل : Working Chamber

تنفذ غرفه التشغيل باستخدام الستائر المعدنية أو الحلقات الخرسانية أو أي نظام لصلب جوانب الحفر . كما يمكن أن تنشأ بياره من الخرسانة المسلحة أو القطع الخرسانية سابقة الصب – شكل (٢٦) ، بقطر يناسب حجم ألمعده المستخدمة و ذلك في حالة الأستفاده من البياره مستقبلا .



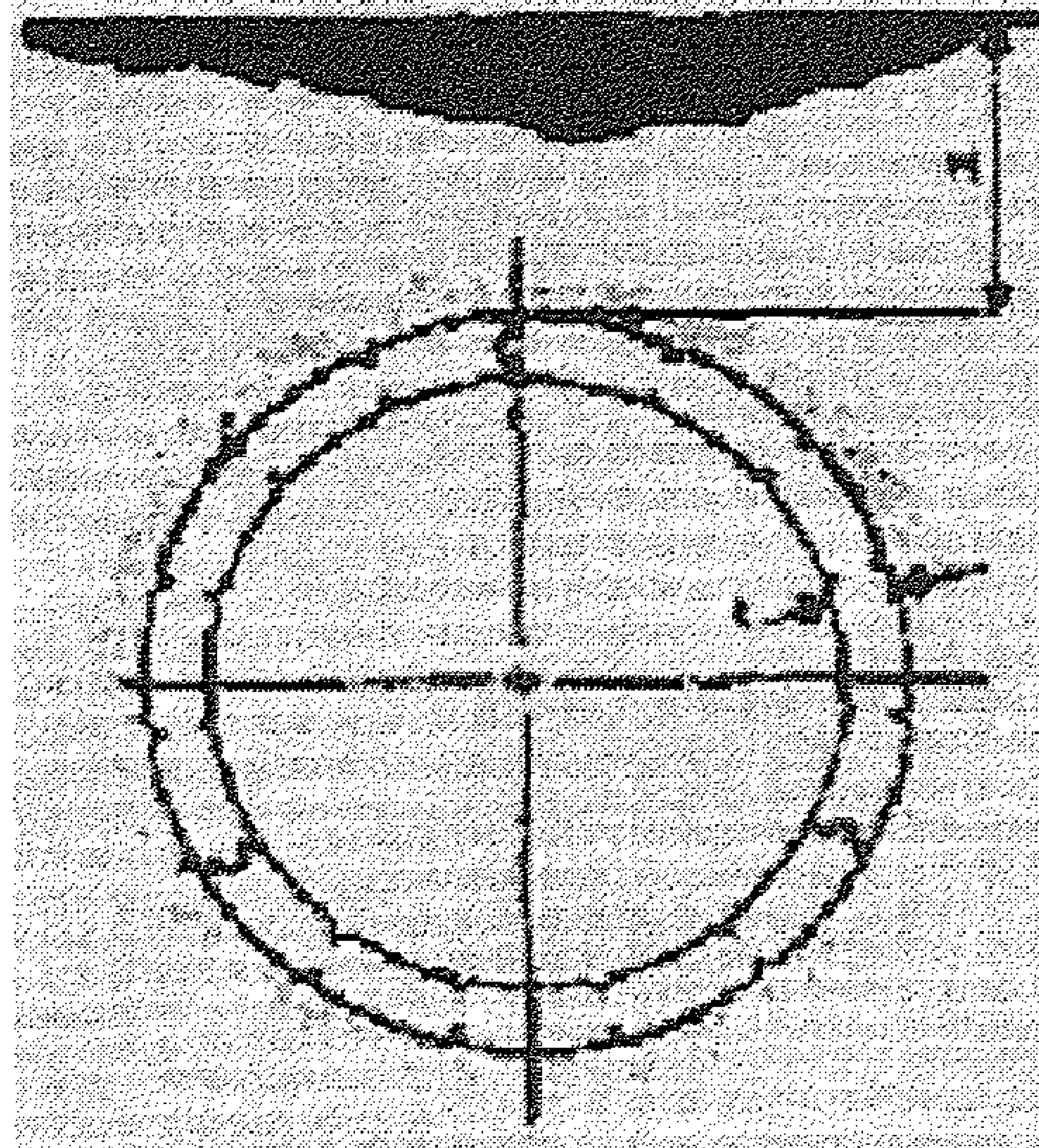
شكل (٢٦) غرفة البداية (غرفة التشغيل) منفذة بالقطع الخرسانية سابقة الصب

٢ - جسم النفق :

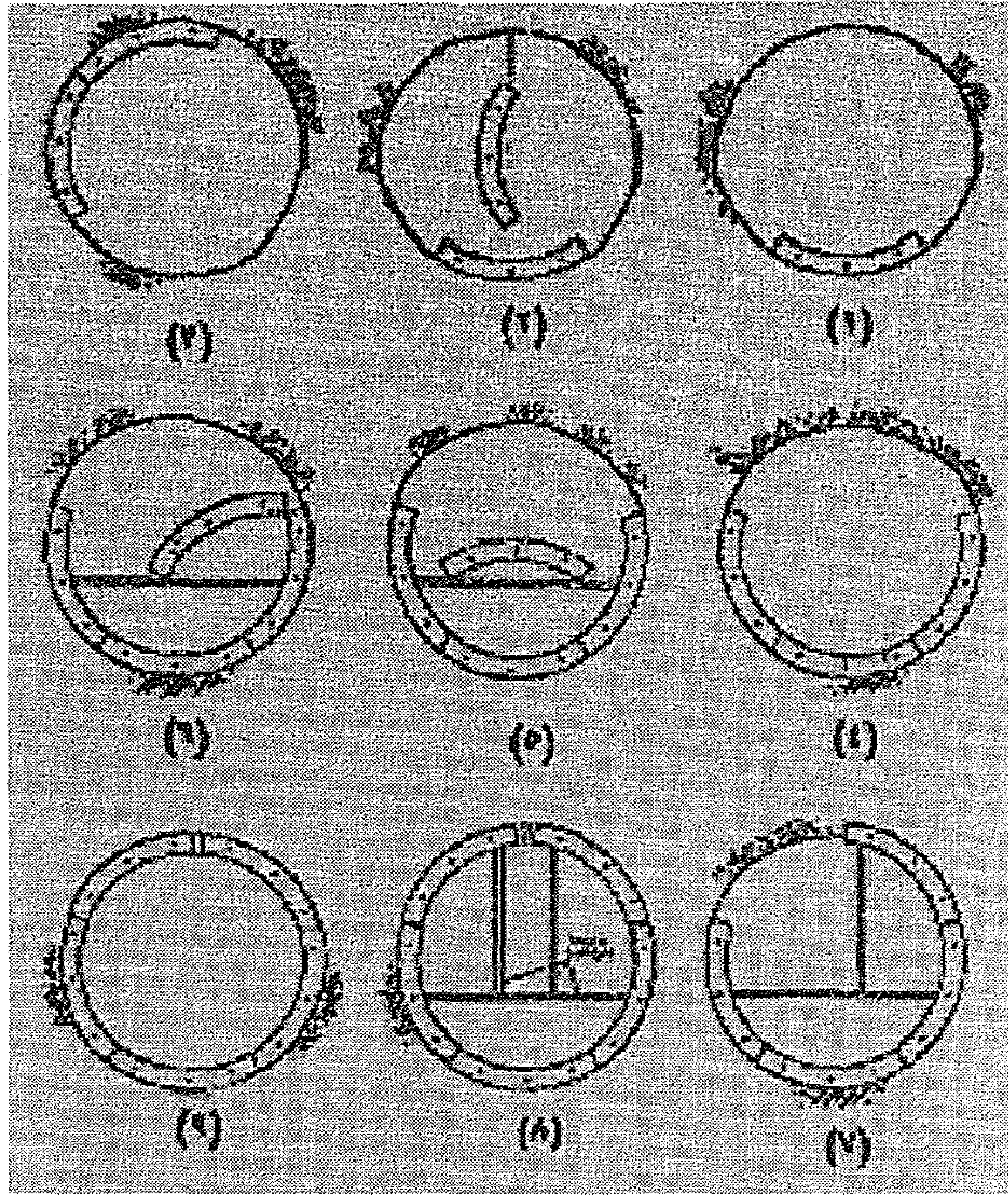
يتكون جسم النفق من أجزاء Segments من الخرسانية العادية شكل (٢٧) . يتجمع عدد من هذه الأجزاء لتكون الحلقه الدائرية – تصنع هذه الأجزاء الخرسانيه بتجويف من جانب و بروز من الجانب الآخر لأحكام ترابط الأجزاء و الحلقات . تترابط الأجزاء و الحلقات بدون مسامير و بدون حلقات مطاطية لمقاومة الرشح .



شكل (٢٧) تصنيع الأجزاء الخرسانية بالموقع باستخدام فرم معدنية عادية



النفق بعد تركيب الحلقات



شكل (٢٤) تركيب الحلقات الخرسانة العادية

مقاسات الحلقات :

أذا كان قطر النفق ١ متر	عدد الأجزاء الخرسانية ٣	سمك البدن ٦٧ مم
١,٢متر	عدد الأجزاء الخرسانية ٣	سمك البدن ٨٠ مم
١,٣ متر	عدد الأجزاء الخرسانية ٣	سمك البدن ٨٩ مم

طول الحلقة = ٦٠ سم .

يمكن تصنيع الأجزاء الخرسانية بموقع العمل علي أن تراعي كل المواصفات الفنية في عملية التصنيع .

٣ - التبطين الداخلي :

يتم أختيار الـــتبطين الداخلي تبعا للغرض المطلوب من النفق ، وهو كما يلي :

١ - التبطين بالطوب الأزرق : و هذا النوع من التبطين يصلح فقط لأنفاق الصرف الصحي . تبني الكسوة من الطوب الأزرق باستخدام مونة أسـمنتية مقاومـة للكبريتات و علي أن تملأ العراميس بمادة مقاومة للأحماض (كما ذكر مـن قبل).

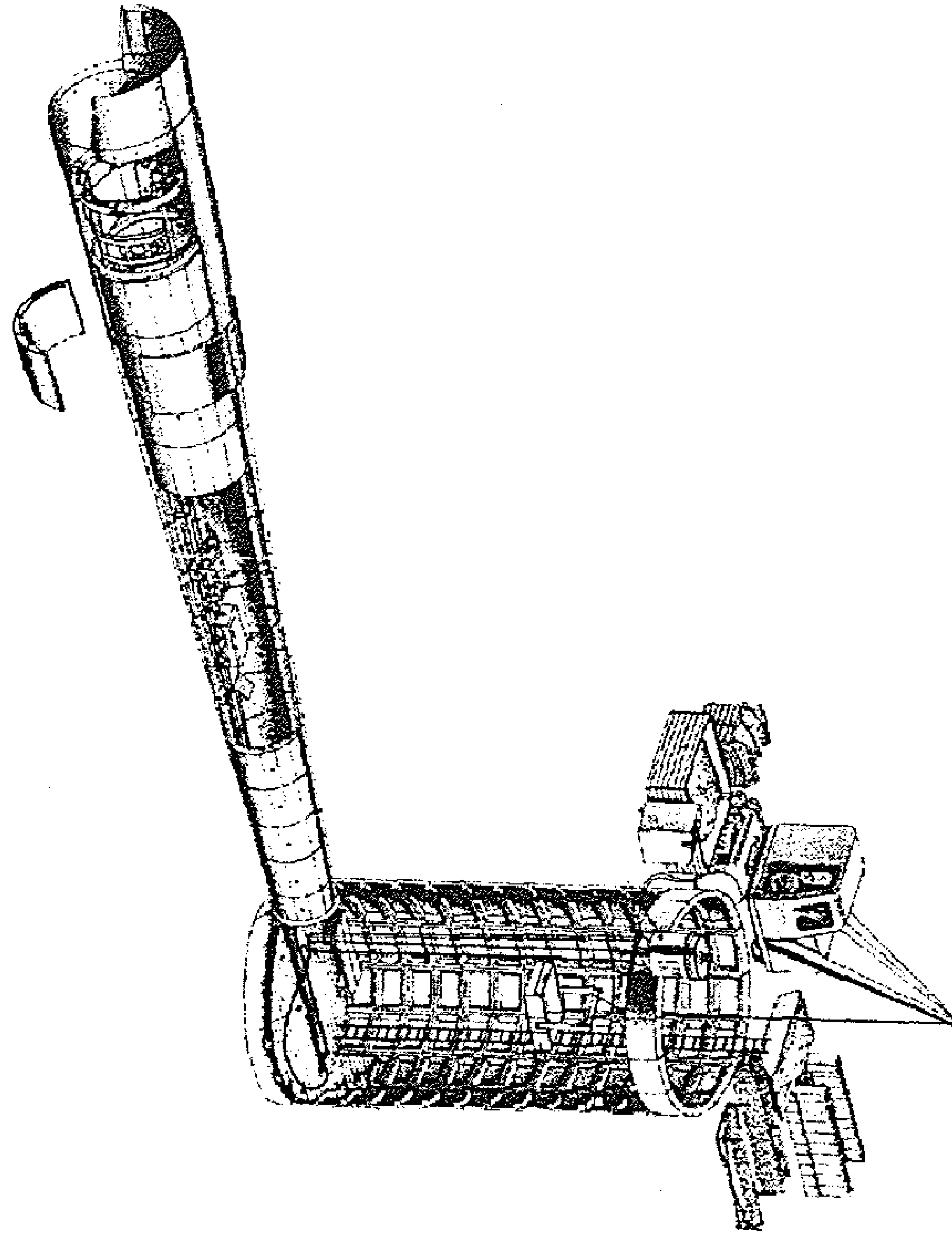
٢ - التبطين بالبلاط الفخاري (السيراميك) : و هو بلاط مصنوع من الطفلـة و هو مقاوم جيد للأحماض .

٣ - التبطين بالقيشاني : و يستخدم في أنفاق الكابلات.

معدات أنشاء النفق :

١ – الدرع Shield:

و هو قاطع التربة و هو عبارة عن أسطوانة حديدية قطرها الداخلي = القطر الخارجي للنفق +١٠ سم . مثبت داخل الدرع الروافع الهيدروليكية – كما تتم عملية الحفر و تركيب الحلقات من داخل هذا الدرع – شكل (٢٨) .



شكل (٢٨) الدرع والحفارة وجميع مشتملات معدات أنشاء النفق

٢ - الروافع الهيدروليكية Hydraulic Jacks :

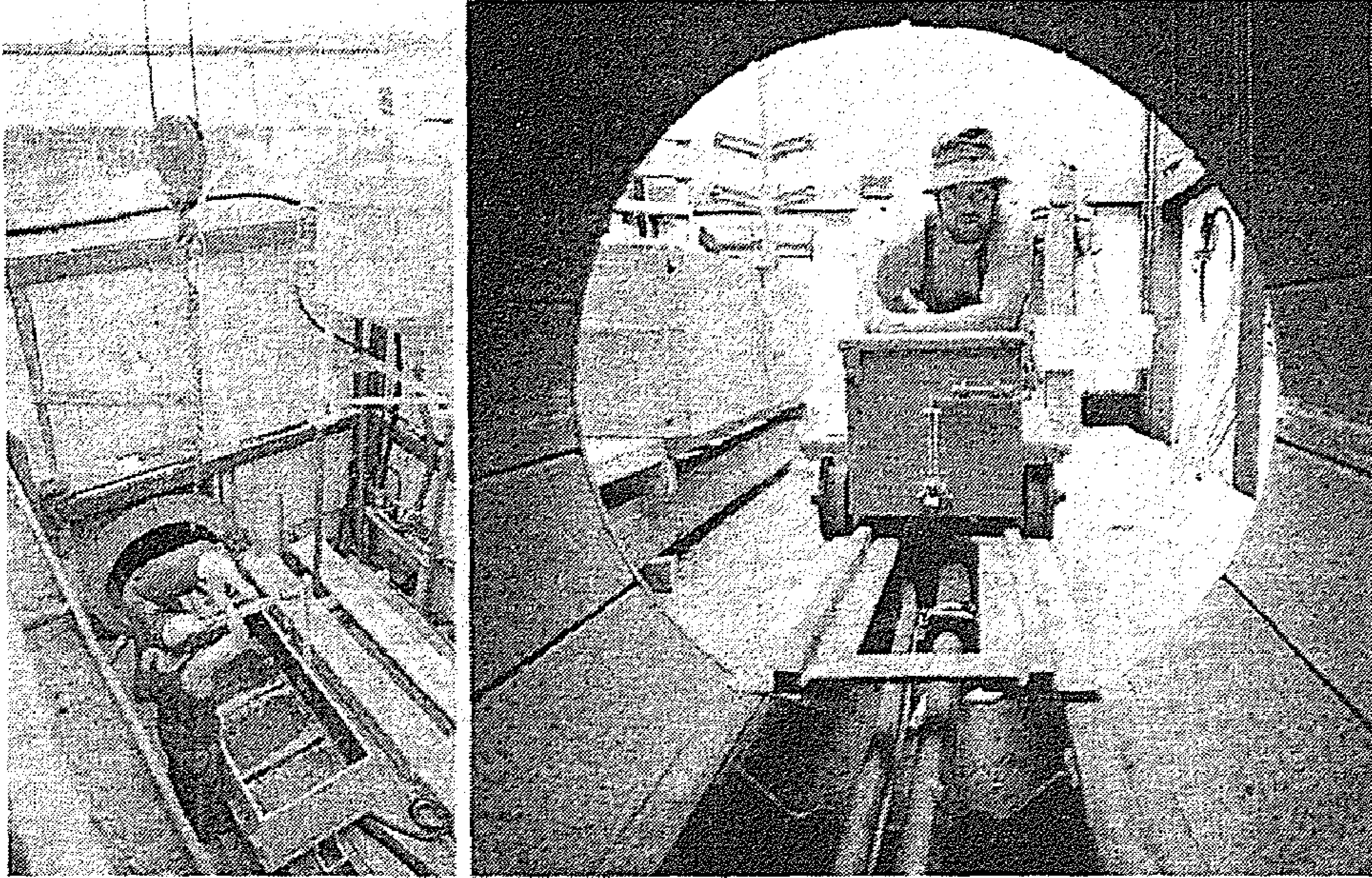
يتراوح عدد هذه الروافع من ٣ - ٦ روافع قدرة كل منها ١٢ طن و تعطي مسافه ٧٠ سم عند الأنفراج . تثبت هذه الروافع في الدرع و طرفها الآخر علي حلقه دائرية حديديـــه قوية Diaphragm التي ترتكز بدورها علي آخر آخر حلقة تم تركيبها - شكل (٢٩) .



شكل (٢٩) الدرع ومقدمة الحفارة مع الروافع الهيدروليكية

٣ - عربات نقل الأتربة Muck Wagons :

تصنع هذه العربات من الحديد و تسير علي قضبان من الحديد أيضا . تقوم هذه العربات بنقل الأتربه الي خارج النفق كما تنقل الأجزاء الخرسانية الي داخل النفق كما تقوم بنقل العاملين والمهمات لداخل النفق . تصمم بمقاسات تناسب قطر النفق - شكل (٣٠) .



شكل (٣٠) عربة نقل الأتربة

٤ – ماكينة الحقن :

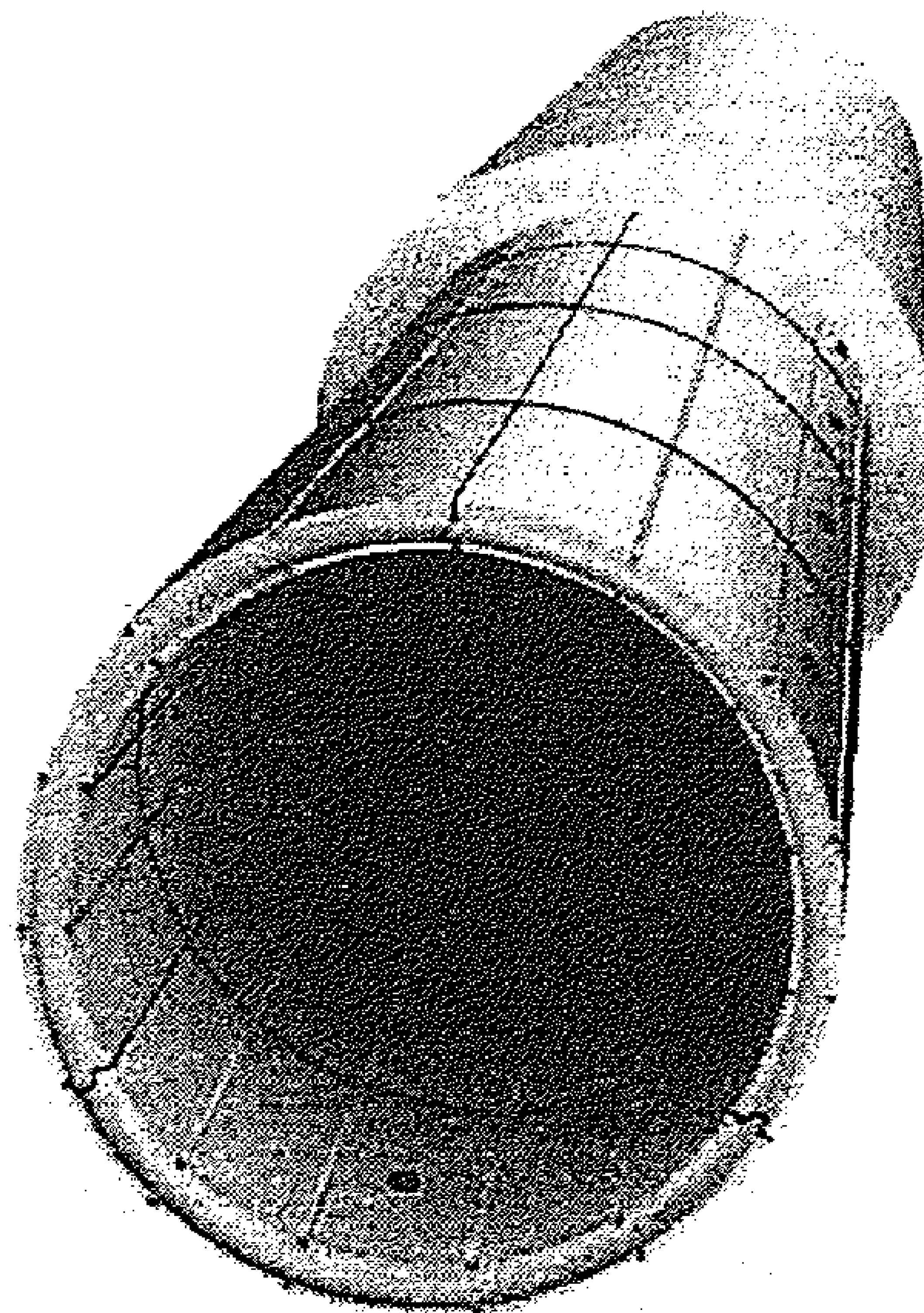
هي عبارة عن وعاء أسطواني محكم الغلق و يتحمل الضغوط العاليه مزود بغطاء – يتم وضع مواد الحقن (زلط مقاس ٣ مم Pea Grave) في هذا الوعاء . يمتد خرطوم قطره ٢" مزود بنهاية معدنية (ماسورة) من الوعاءالي داخل النفق الي مكان الحقن – يقوم عامل الحقن بوضع نهاية الخرطوم داخل ثقب الحقن ثم أعطاء أشارة تليفونية من داخل النفق الي عامل تشغيل الضغط في خارج النفق لتشغيل ضاغط الهواء . بعد أمتلاء الفراغ خارج النفق بالزلط و عدم قبول مزيد من الحقن – تعطي الأشاره الي الخارج لأيقاف الضغط ثم ينزع الخرطوم من ثقب الحقن . تتم عمليه الحقن قبل ٤ حلقات من آخر حلقة تم تركيبها علي أن يبدأ الحقن من أسفل الي أعلي . يجهز لباني أسمنت مقاوم للكبريتات ليتم حقنه بنفس طريقة حقن الزلط ليتكون غلاف من الخرسانة من الخارج بسمك حوالي ٦ سم ويملأ الفراغ و يزيد من قوه النفق بالأضافة الي مقاومة مياه الرشح – شكل (٣١) .



شكل (٣١) حقن جسم النفق الخارجي

٥ - آلة السحب الكهربائية :

ووظيفتها سحب عربات الأتربة من داخل النفق الي الخارج كما تقوم بسحب نفس العربات الي الداخل و هي محملة بالأجزاء الخرسانيه . يقوم أحد العمال بتشغيلها عند أعطاء الأشارة بعد أمتلاء العربات .



شكل (٣١) طبقة الحقن و شكل الحلقات بعد حقنها

٦- الرافعة الهوائية :

تعمل هذه الرافعه بضغط الهواء و تقوم برفع الأجزاء الخرسانية و المساعدة في التركيب . و في الأنفاق الأصغر يمكن لعامل التركيب بتركيب هذه الأجزاء علي يديه و مستعملا رافعه حديد بسيطة .

٧- جهاز الليزر :

يقوم بتوجيه الأشعة و التي تم ضبطها علي الميل المقرر . كما توجد عند الدرع الأمامي لوحة أستقبال الأشعه ليمكن لعامل القياده من ضبط الدرع علي المسار تماما- شكل (٣٢) .

ملاحظات :

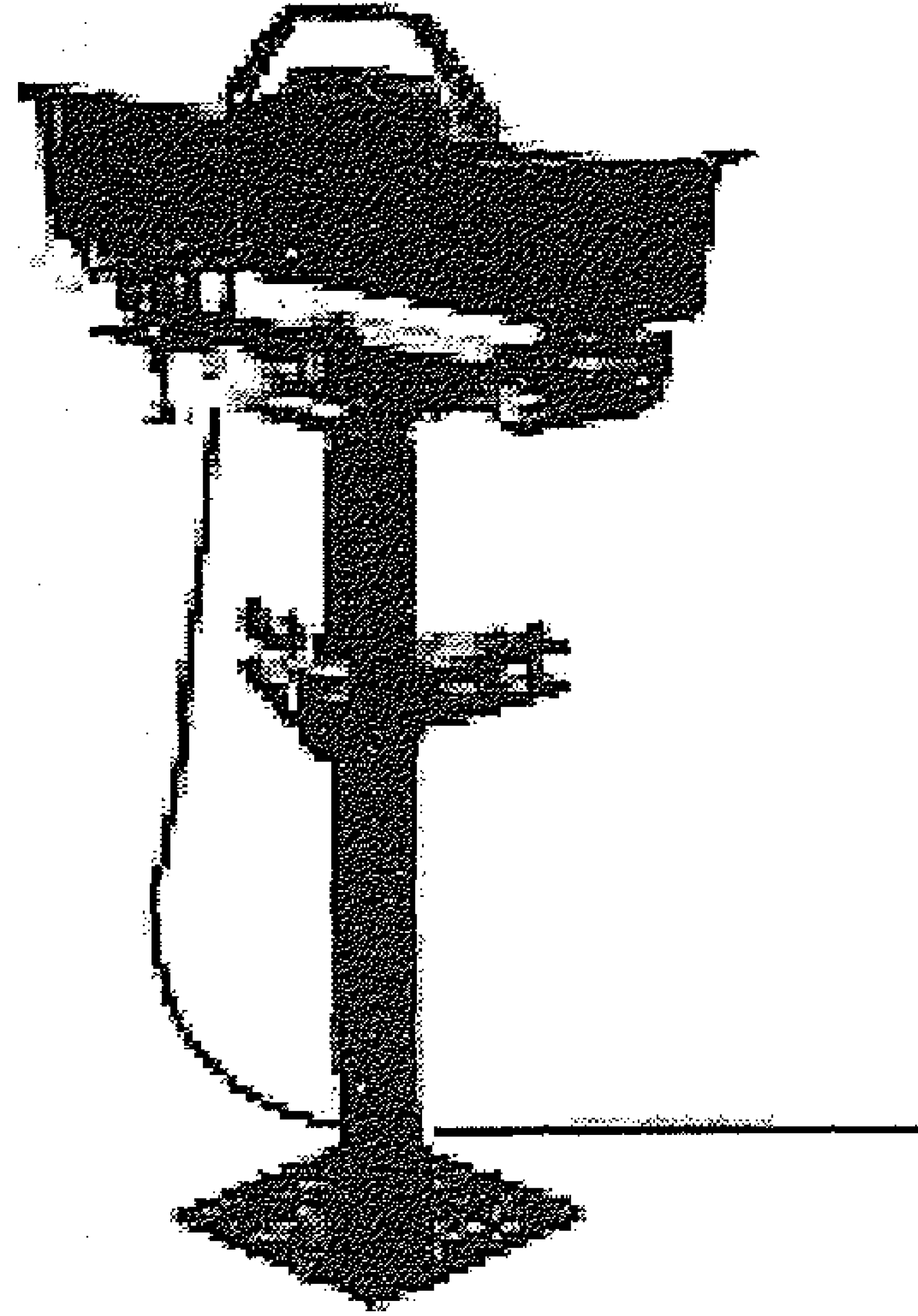
١ - في حالة وجود النفق تحت منسوب مياه الرشح يتم أستخدام الهواء المضغوط . و في بعض الحالات تكون التربة طينية متماسكة تنفذ المياه بشكل بسيط جدا- فعلي المهندس في هذه الحالة تقدير ما أذا كان سيحتاج الي الهواء المضغوط أم أن معدل التركيب السريع يمكن أن يلاشي تأثير مياه الرشح مع أمكان التخلص من أي مياه بسيطة متجمعة بالطلمبات السطحية.

٢ - في الأنفاق ذات القطر الصغير - يقوم عامل واحد بالعمل في الداخل - و عليه قيادة الماكينة وعملية الحفر و تعبئة العربات و أنزال الأجزاء الخرسانية و تركيبها و كذلك عملية الحقن . يقوم عامل آخر بتشغيل آله السحب الكهربائية و ضغط الهواء الي داخل النفق . كما يقوم عامل ثالث بتشغيل الرافعه لرفع الأتربه و تفريغها بالسيارات و كذلك أنزال الأجزاء الخرسانيه علي العربات . ثلاث عمال فقط بالأضافة الي المهندس يمكنهم القيام بهذا العمل و بمعدل ٧ حلقات × ٦٠ سم (طول الحلقة) = ٤,٢ متر طولي / يوم.

٣ - الطول المناسب للنفق ٢٠٠ متر- و في حالة زيادة طول النفق عن ذلك يمكن أنشاء النفق بطول ٢٠٠ متر ثم القيام بأنشاء نفق آخر من الجهه الأخري حتي يتم التلاقي و تنشأ بياره في هذه الجزء لأخراج الماكينتين بدون الدروع . يتم

عمل تبطين لهذا الجزء من الأجزاء الخرسانية و نهو الحقن و كافة الأعمال اللازمة.

٤- شاهدت وعاينت بنفسي أنشاء أحد هذه الأنفاق بالمملكة المتحدة ووصلت الي عامل الحفر بالداخل و شاهدت كل هذه العمليات ، دخلت بالوضع نائما علي بطني لصغر قطر النفق علي عربة نقل القطع الخرسانية.



شكل (٣٢) جهاز الليزر لضبط الميل والأتجاه في المواسير

خطوات العمل :

١ - تنشأ البياره في بداية النفق و يتم حقن الجزء الخارجي للبياره مكان خروج النفق أو تأمين عدم رشح المياه عند بداية العمل بواسطة آبار جوفية أو ...

٢ - يتم تنزيل معدات النفق داخل البياره ثم يضبط أتجاه الدرع و الميل التصميمي .

٣ - و ضع أرتكاز خلف ماكينة الأنفاق ثم التقدم للأمام حتي أختراق الدرع لحائط البيارة.

٤ - عند الوصول الي أول النفق – نبدأ التبطين بالأجزاء الخرسانية و يستمر الحفر و خروج الناتج الي الخارج مع توالي التبطين . و يراعي معالجة أتصال أول النفق مع حائط البياره ضد مياه الرشح.

٥ - ترتكز الروافع علي آخر حلقة تم تركيبها و نبدأ في التشغيل – في نفس الوقت يقوم عامل الحفر بالحفر داخل الدرع و ألقاء الأتربه في عربات الأتربه حتي كامل أنفراج الروافع– شكل (٣٣).

٦ – يخلق أنفراج الروافع مسافة تكون أكبر من طول الحلقة (طول الحلقة ٦٠ سم ومسافة أنفراج الروافع = ٧٠ سم) . عند أنكماش الروافع يمكننا تركيب الحلقة الخرسانية بالكامل.

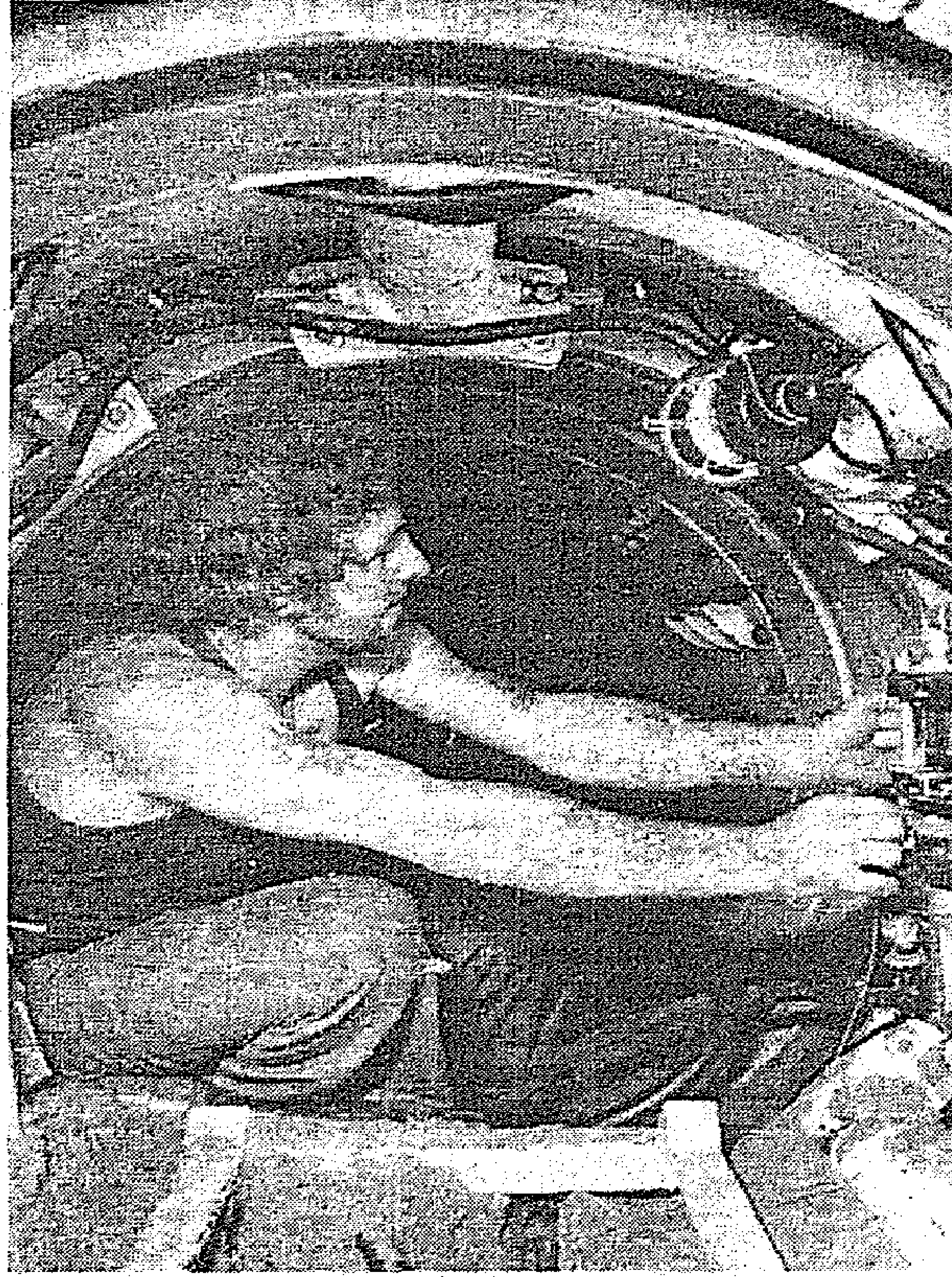
٧ - تأتي العربات محمله بالأجزاء الخرسانية الي موقع التركيب . يتم تركيب أول جزء خرساني من أسفل أولا ثم الجزء الجانبي الأول و يقوم عامل التركيب بسند هذا الجزء بظهره ثم يقوم بتنزيل الجزء الثالث . يتم ضبط الجزئين الجانبيين مع بعضهما و تداخلهما بشكل سليم . عند أستئناف العمل مره أخري تقوم الروافع بالأرتكاز علي آخر حلقة – الأمر الذي يعمل علي أنضغاط الأجزاء و الحلقات الخرسانية بقوه مع بعضها.

٨ - يبدأ في عملية الحقن كما ذكر.

٩ - تبدأ عملية التبطين بعد الأنتهاء من أنشاء النفق.



شكل (٣٣) أعمال الحفر داخل النفق الصغير



شكل (٣٣) أعمال التوجية للروافع أثناء العمل

تجربة النفق ضد رشح المياه :

تطبق المعادلة التالية :

الرشح المسموح به $= ٢ \times ١٠^{-٤}$ م٣/٢٤ ساعة/ $م^{٢}$ من المسطح الداخلي للنفق. أي :

٠,٢ لتر / ٢٤ ساعة / $م^{٢}$ من مسطح أي طول محدد من النفق .

خطوات التجربة :

١ - يختار الأستشاري جزءا من النفق بطول ١٠ م . ط (مثلا) و يحسب المسطح الداخلي له .

٢ - يتم عمل سد مباني مؤقت بارتفاع ٢٥ سم فوق مياه الرشح التي قد تكون موجوده بالنفق ويتم بياضة وعزلة حتي لا يسرب أي مياه ، وسد آخر مماثل علي بعد ١٠ م . ط . يتم عمل علامة بالقلم علي سطح المياه .

٣ – ننتظر ٢٤ ساعة (مدة التجربة) وتعمل علامة بالقلم علي منسوب الرشح الجديد .

٤ – تحسب كمية المياه المتكونة والتي تساوي المسافة بين القرائتين × عرض طبقة المياه × مسطح مسافة الـ ١٠متر .

يجب ألا تزيد كمية الرشح المتجمع عن الكمية المذكورة في المعادلة السابقة .

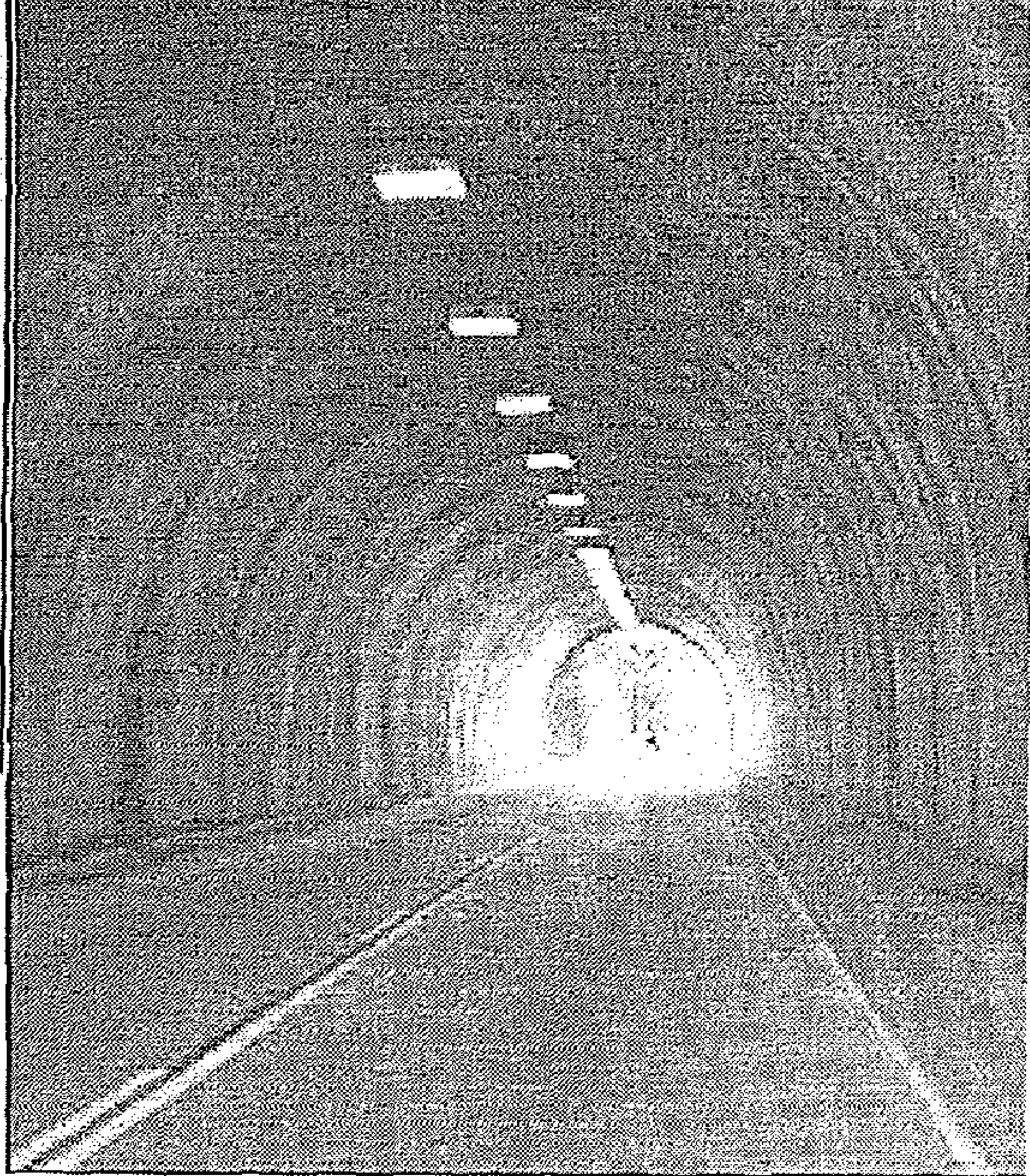
المراجع

١ – هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحي

مهندس / محمود حسين المصيلحي .

٢ – كتالوجات الشركات المصنعة للمعدة .

٣ – معهد التدريب الفني والمهني لشركة المقاولون العرب .



الباب الثامن

الأنفاق عند التقاطعات

الأنفاق عند التقاطعات

SUBWAYS

عند ألتقاء عدة طرق في مكان واحد ، تحدث الأختناقات المرورية ، ولعدم أعاقة المرور وتيسير حركة السير للسيارات ، يلجأ المهندسون الي الأنفاق لتفادي تقاطعات الطرق وأزدحام المرور .

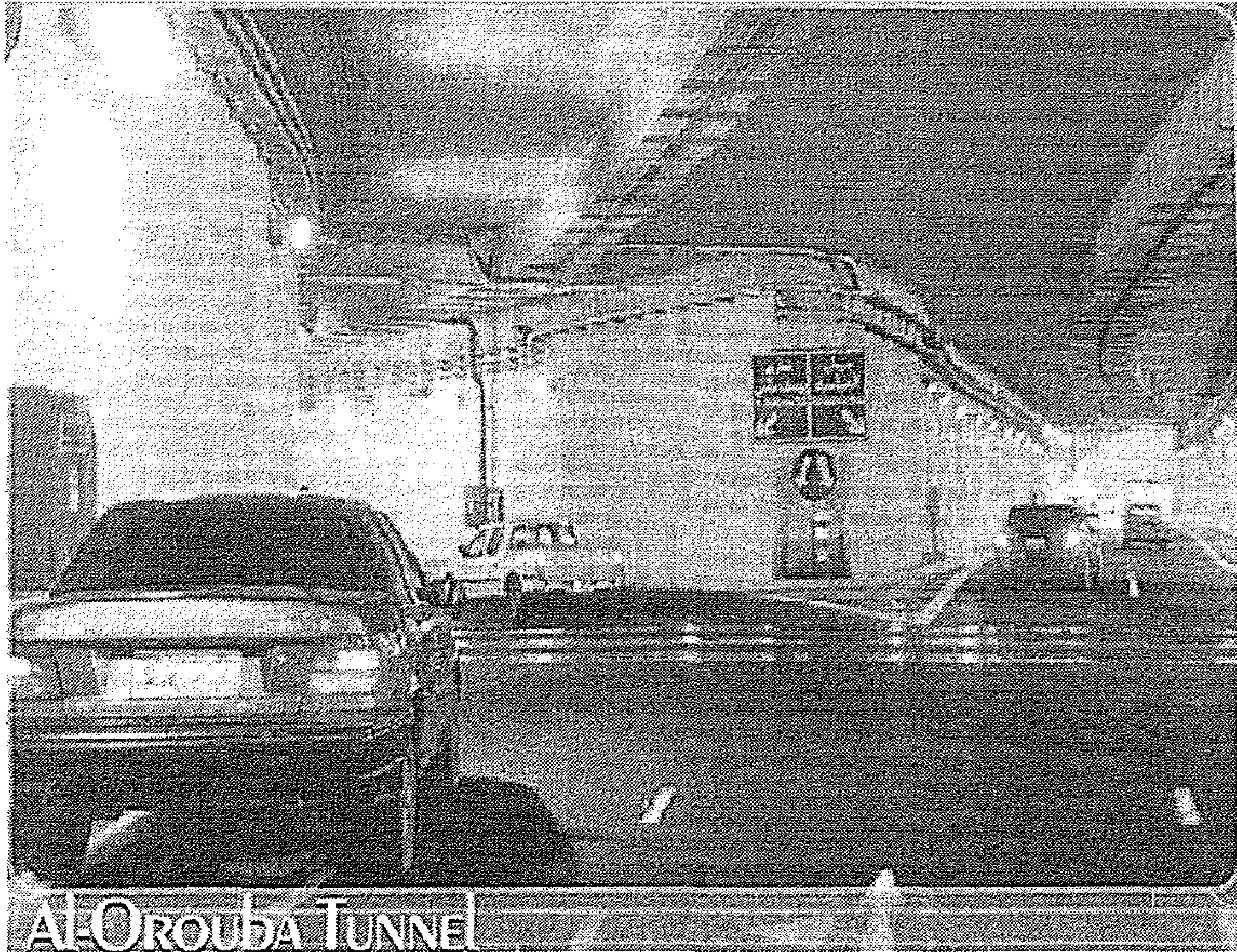
ويمكن تنفيذ هذا النفق بالطرق التالية :

١ – باستخدام الستائر المعدنية Sheet Piles .

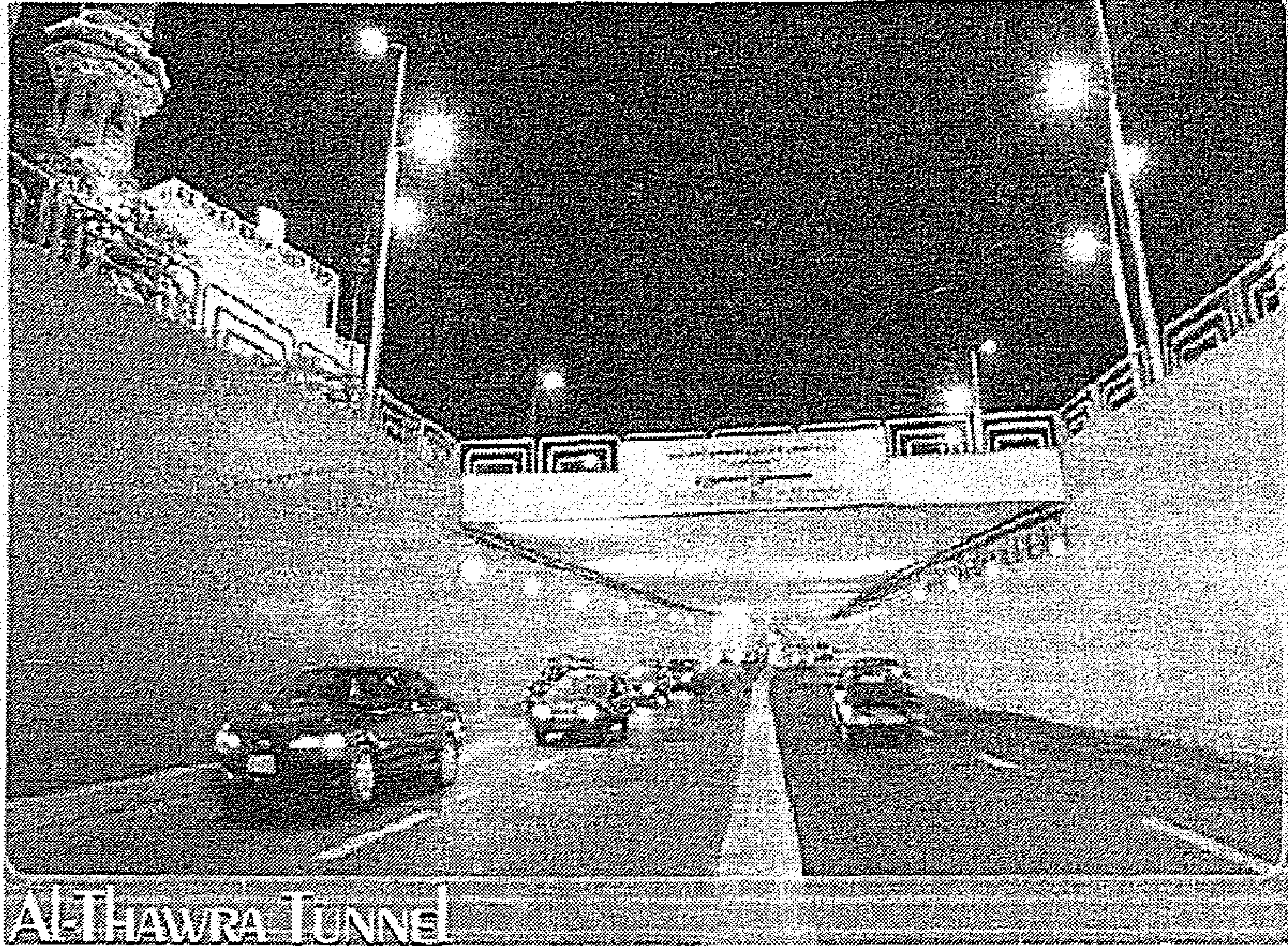
٢ – باستخدام حوائط الديافرام Diaphragm Walls .

٣ – باستخدام الخوازيق المتماسة Secant Piles .

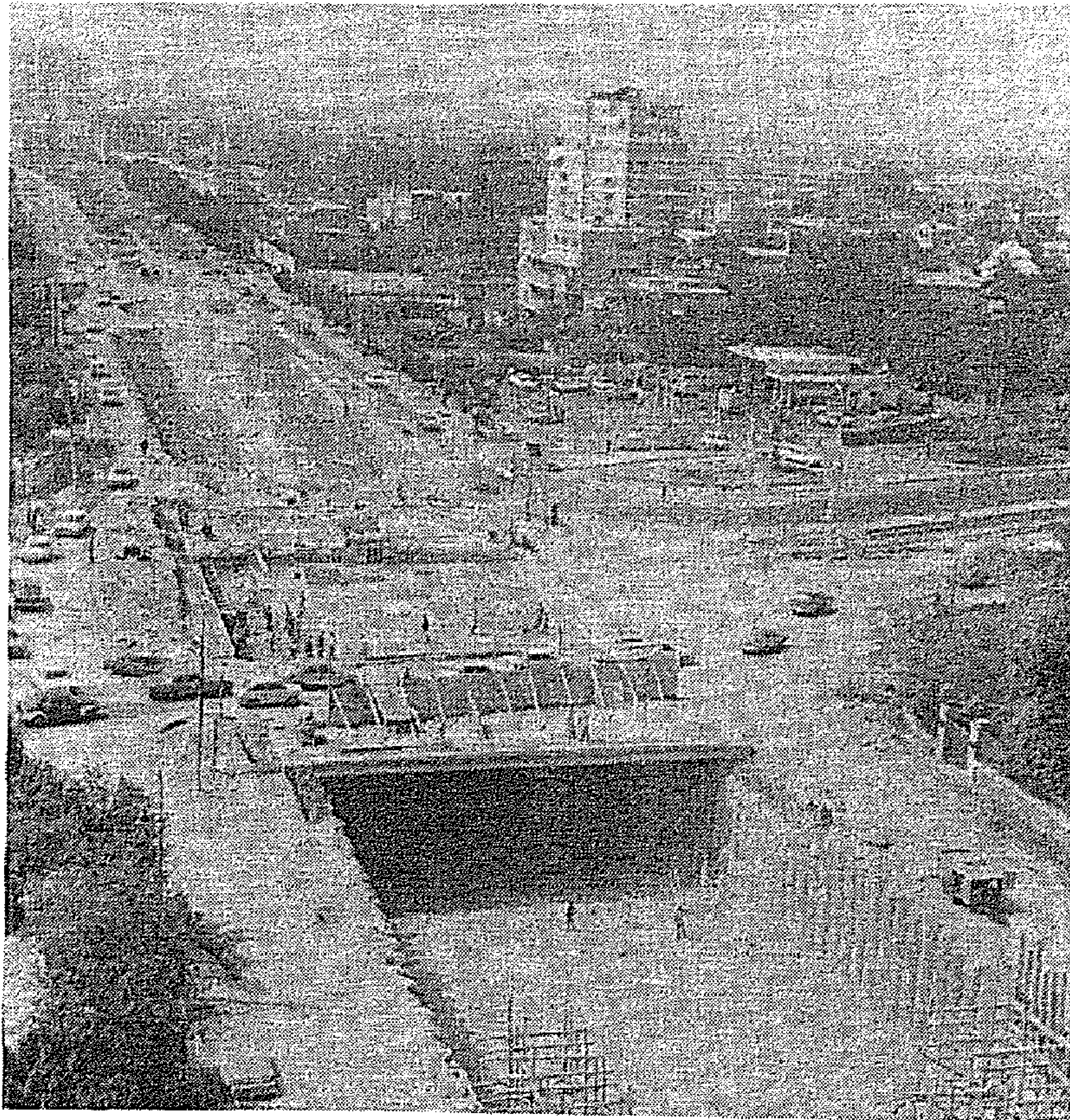
يمكن للنفق أن يكون تحت سطح الأرض مثل نفق العروبة – شكل (١) ونفق الثورة – شكل (٢) ونفق الميرغني بالقاهرة – شكل (٣) و نفق الشيراتون ونفق وادي النيل بالجيزة .



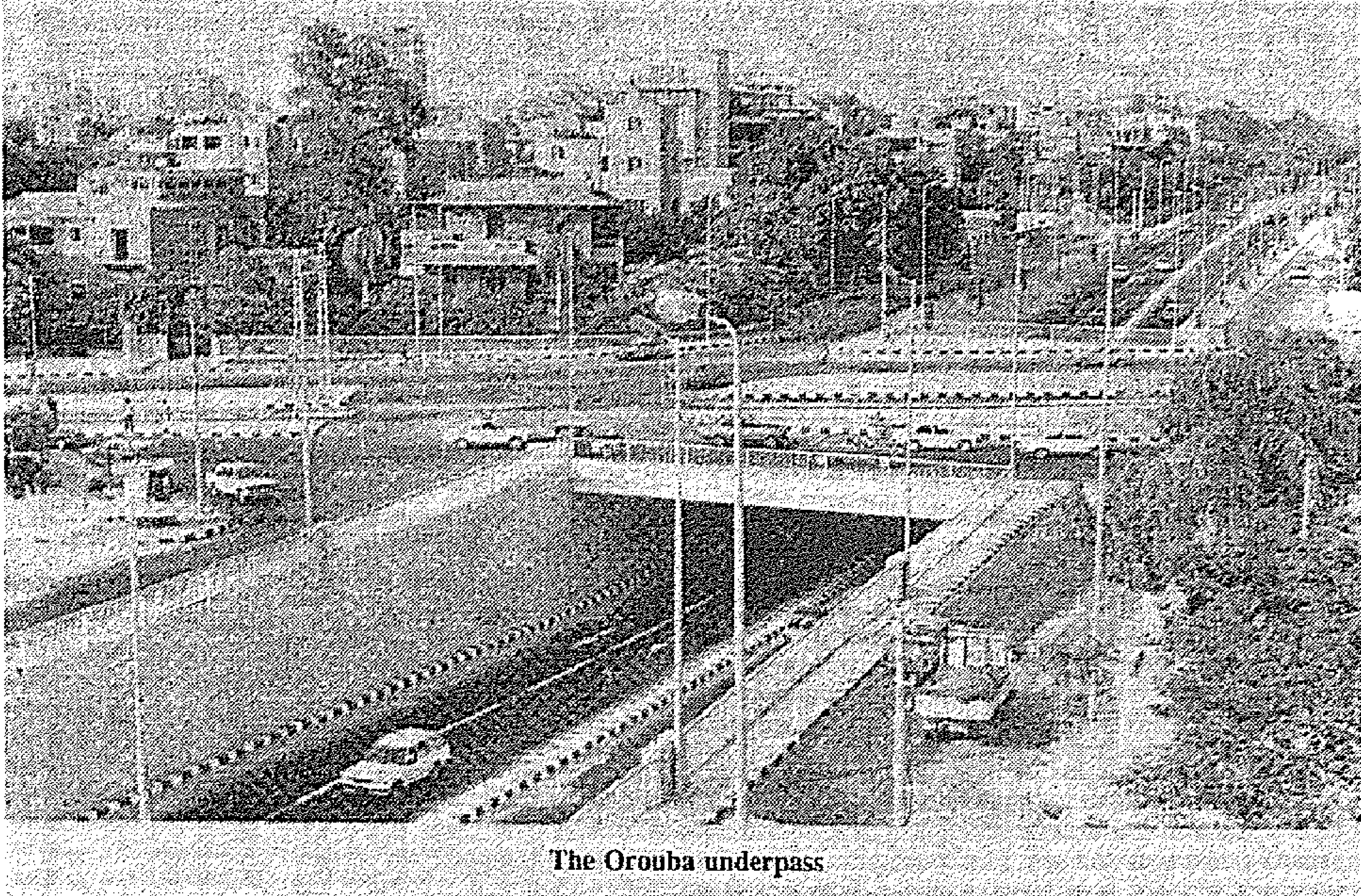
شكل (١) نفق الثورة – القاهرة



شكل (٢) نفق الثورة – القاهرة



نفق العروبة (الميرغني) – مصر الجديدة – القاهرة – أثناء الأنشاء

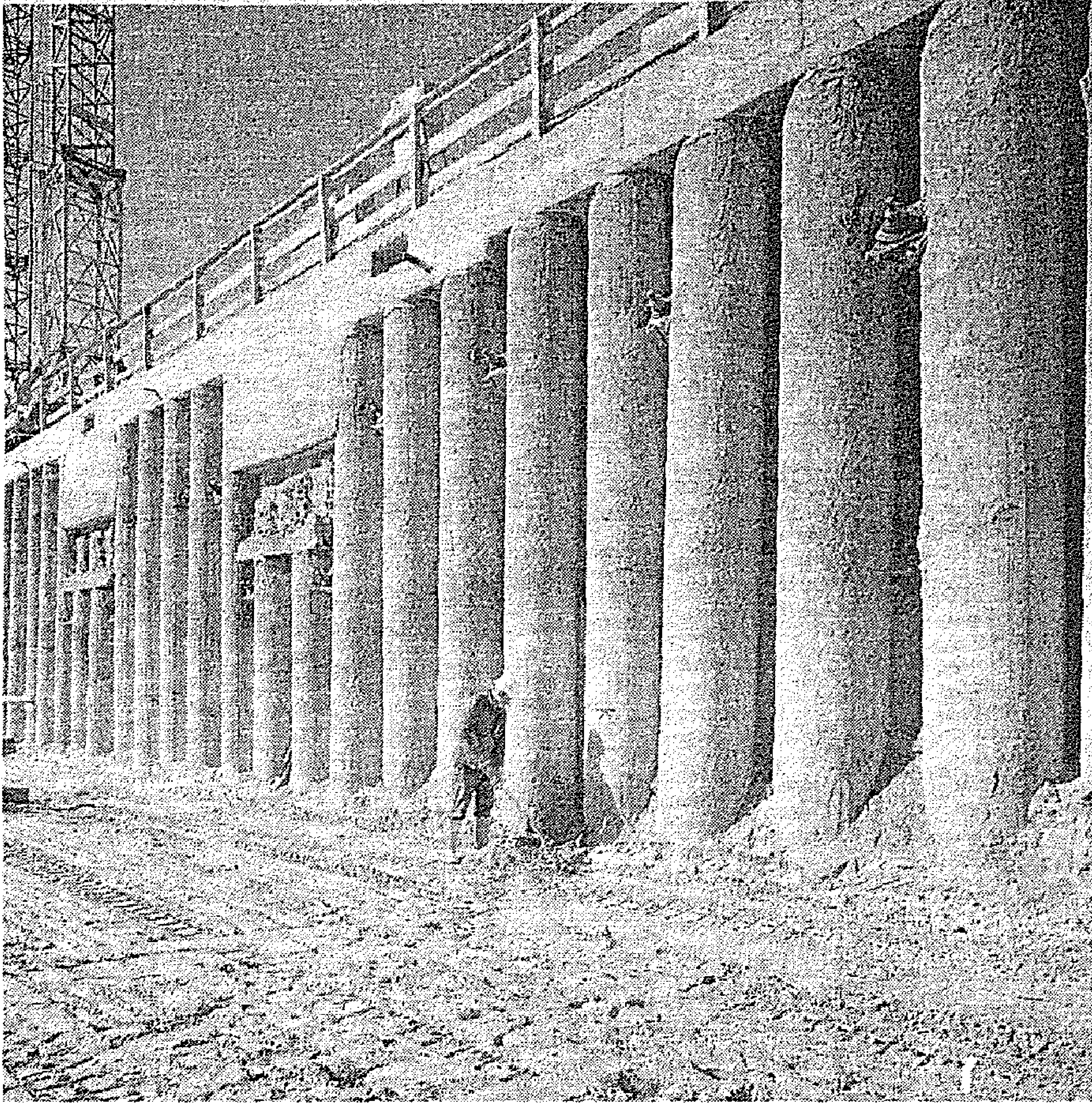


شكل (٣) نفق العروبة (الميرغني) – مصر الجديدة – القاهرة – بعد الأنشاء

كما يمكن أن يعلو فوق الأرض لحل أي تقاطع مروري أو مجري مائي – شكل (٤)



شكل (٤) النفق يعلو سطح الأرض– الحائط الساند من خوازيق متماسة ومشدودة من الداخل بشدادات سابقة الأجهاد



شكل (٤) النفق بعلو سطح الأرض – الحائط الساند من خوازيق متماسة ومشدودة من الداخل بشدادات سابقة الأجهاد

طريقة التنفيذ :

١ – يخطط محور النفق ، ثم محاور حوائط الديافرام . يـتم تحويـل أي مرافـق تعترض الحفر .

٢ – تنفذ كمرات الدليل ثم حوائط الديافرام – شكل (٦) . راجع بـاب حـوائط الديافرام لمزيد من التفصيل . يجب تزويد أشاير تسليح في كل حـائط عنـد منسوب بلاطة الأرضية مماثلة لحديد الأرضية العلوي والسفلي .

٣ – يبدأ تجهيز الطريق العلوي فوق قمة حوائط الديافرام ، وذلك بـالحفر بـين حوائط الديافرام الموجودة علي جانبي الطريق حتي منسوب قاع السقف .

٤ – يتم صب خرسانة عادية أسفل منسوب السقف بقيمة ١٠ سم لرص حديد تسليح السقف في مكان نظيف . هذه الطريقة توفر أي شدات مسلحة مطلوبة للسقف. فضلا عن أن حوائط الديافرام سوف ترتكز علي السقف مما يقلل من قطاعها الخرساني .

٥ – بعد أستكمال العمل في تسليح السقف يتم صب الخرسانة ثم معالجتها .

٦ – يمكن بدء الحفر داخل النفق حسب القطاع التصميمي وبعد تمام شك الخرسانة. يبدأ الأعداد لصب الأرضية .

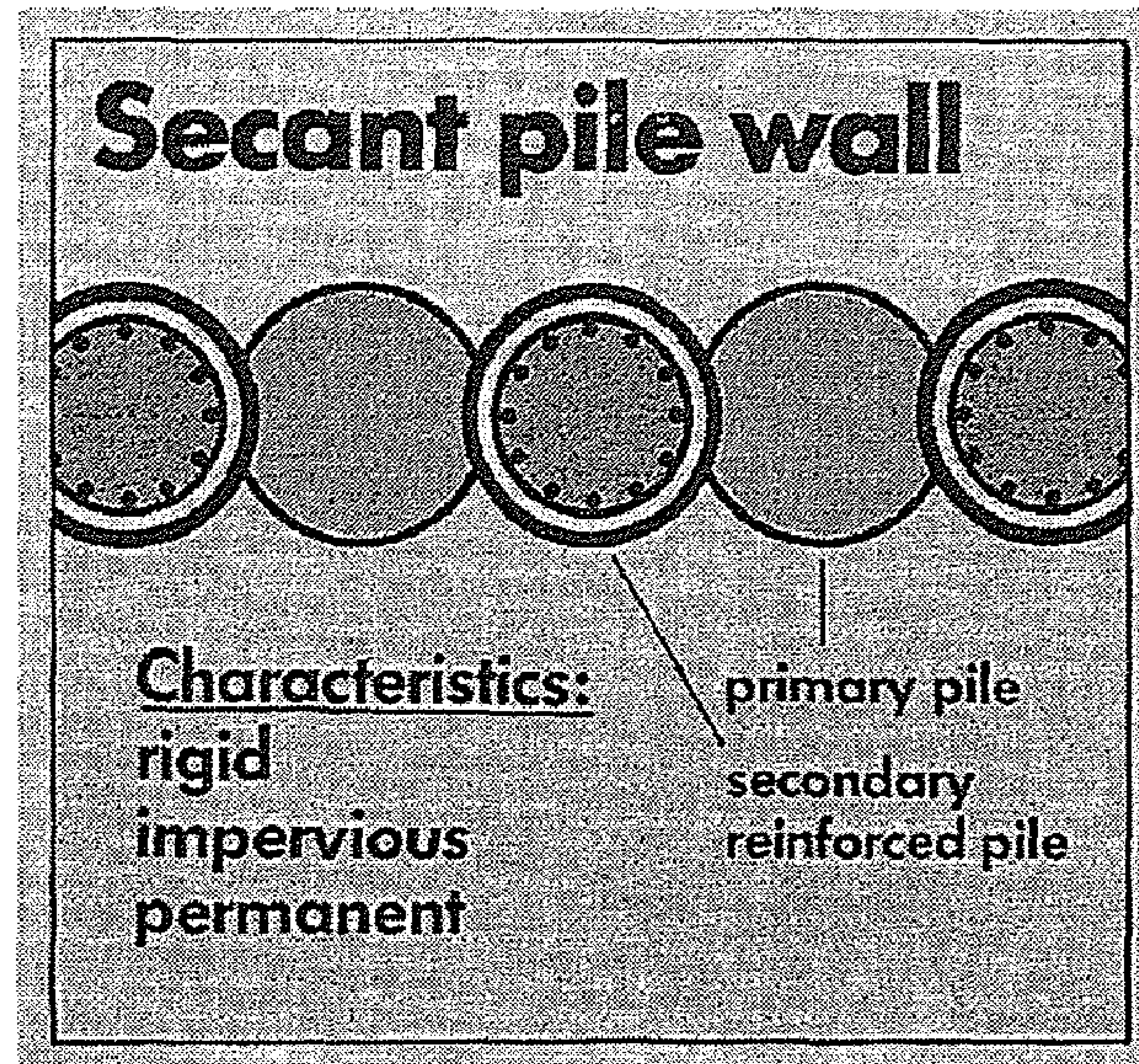
٧ – يتم أزالة الغطاء الخرساني Cover من سطح حائطي الديافرام عند منسوب الأرضية ومد أشاير التسليح الي داخل قطاع الأرضية.

٨ – صب فرشة خرسانة عادية سمك ١٠ سم أسفل الأرضية (نظافة) ثم رص حديد التسليح للأرضية .

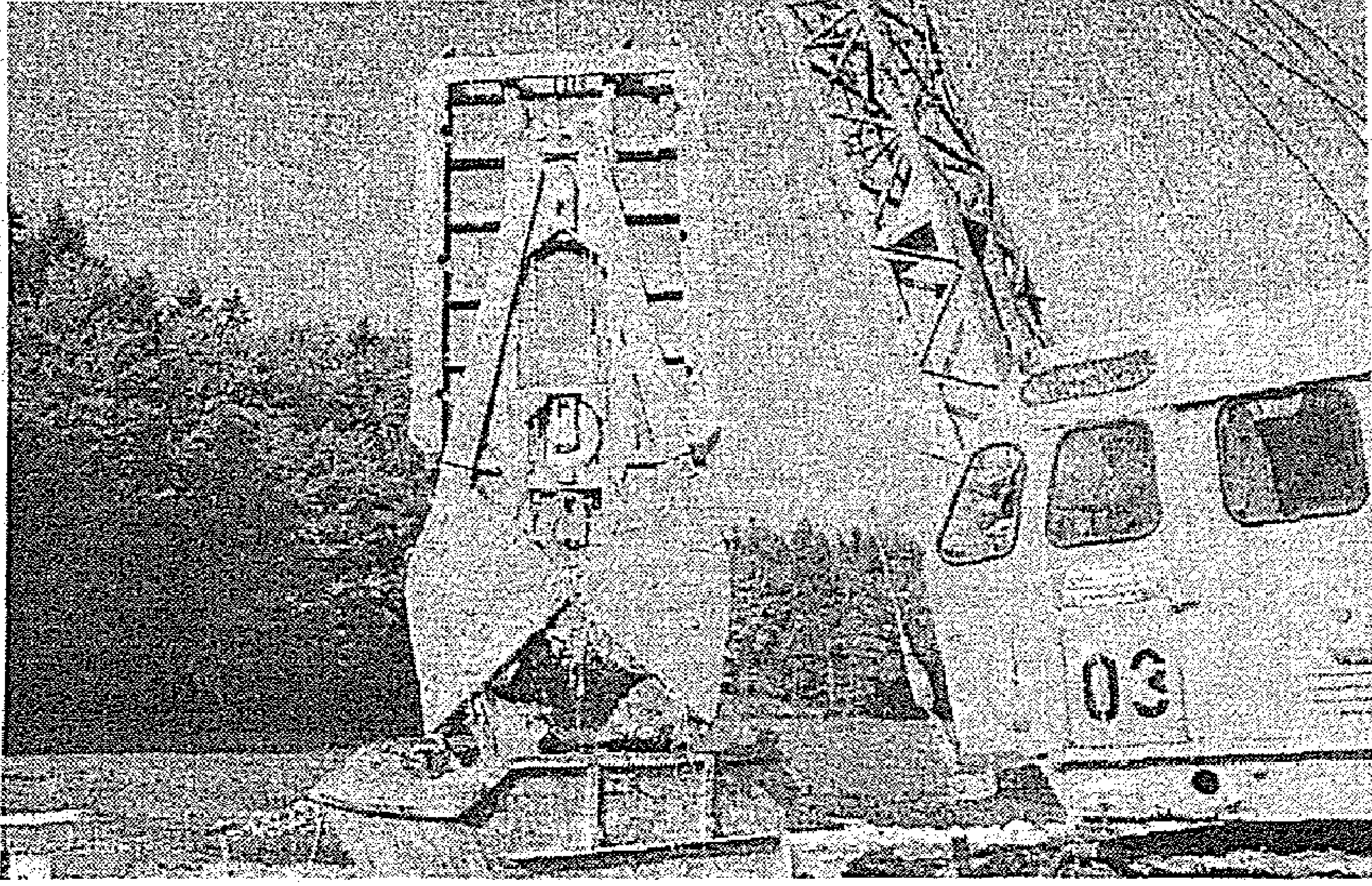
٩ – صب الأرضية الخرسانية المسلحة ثم المعالجة ضد رشح المياه .

١٠ – تنفيذ باقي البنود مثل العزل ومقاومة الرشح والتشطيبات ...

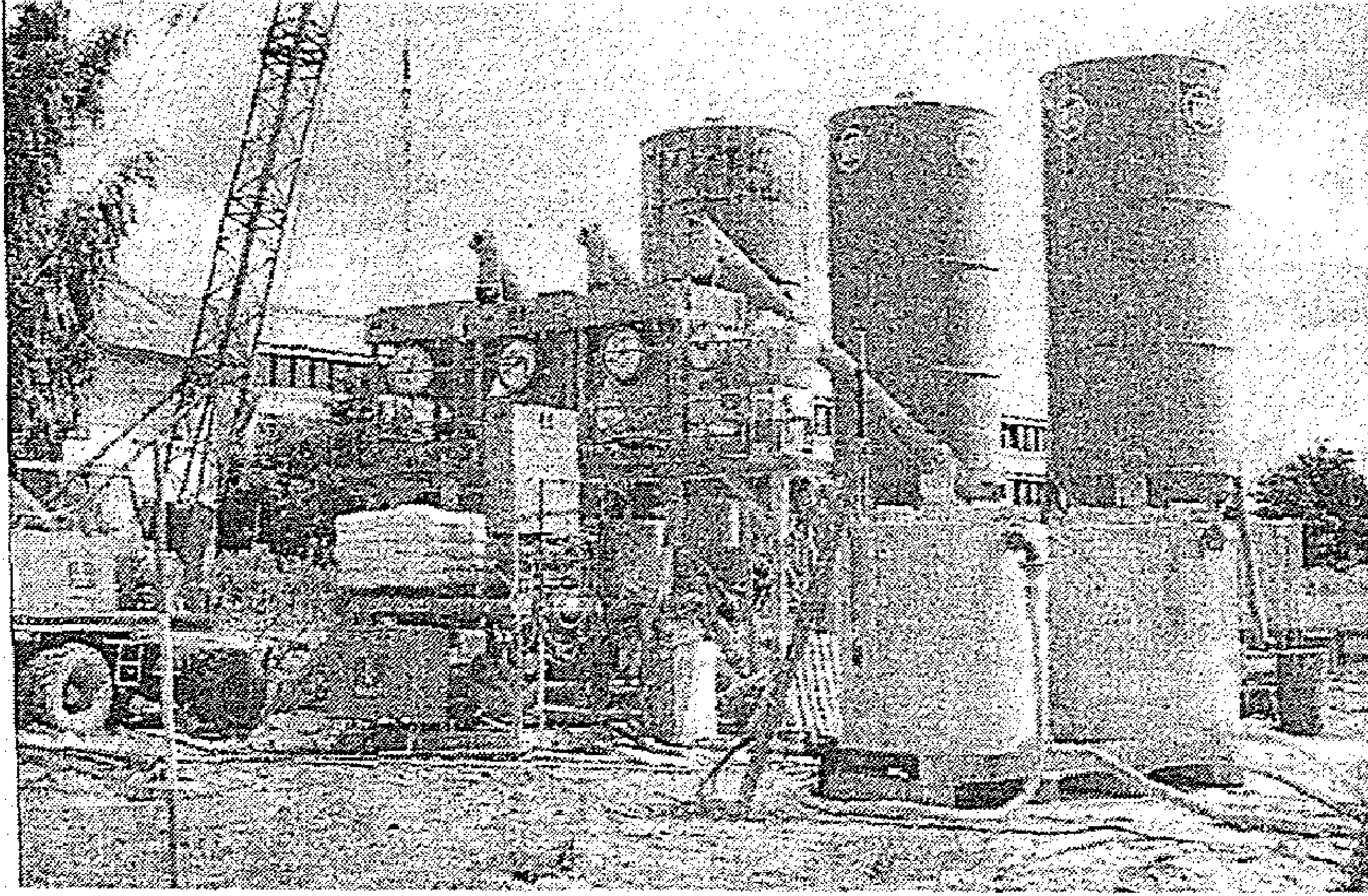
يمكن أن تكون حوائط الديافرام من الخوازيق المتماسة – شكل (٥) . كما يمكن أن تكون كل الخوازيق بقطاع مسلحة .



شكل (٥) قطاع يظهر الخوازيق المتماسة



شكل (٦) حفارة حوائط الديافرام

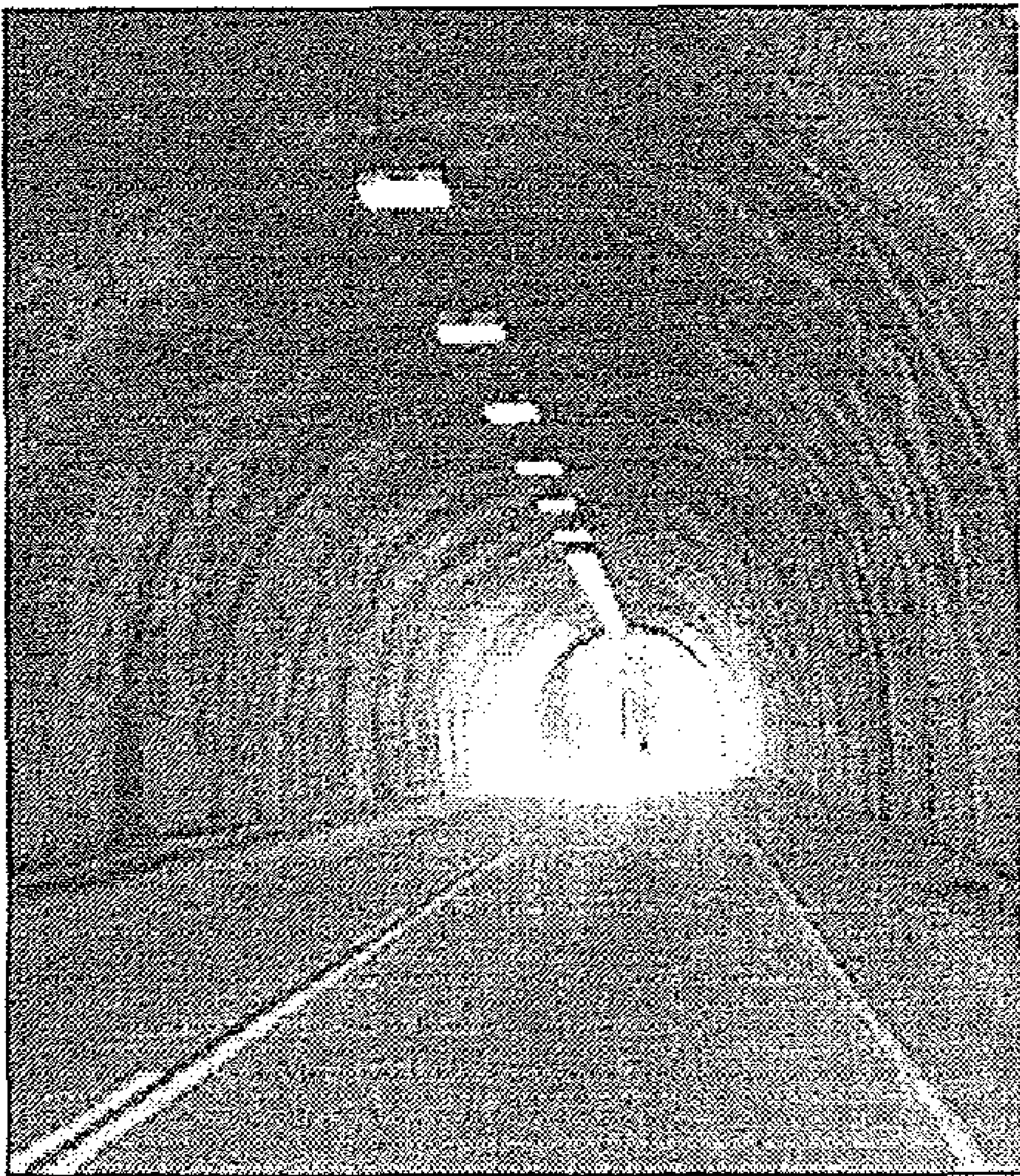


شكل (٦) محطة خلط البنتونايت – يمكنها ضخ خليط البنتونايت بمعدل ٥٠ متر مكعب / الساعة في أثناء حفر الحوائط

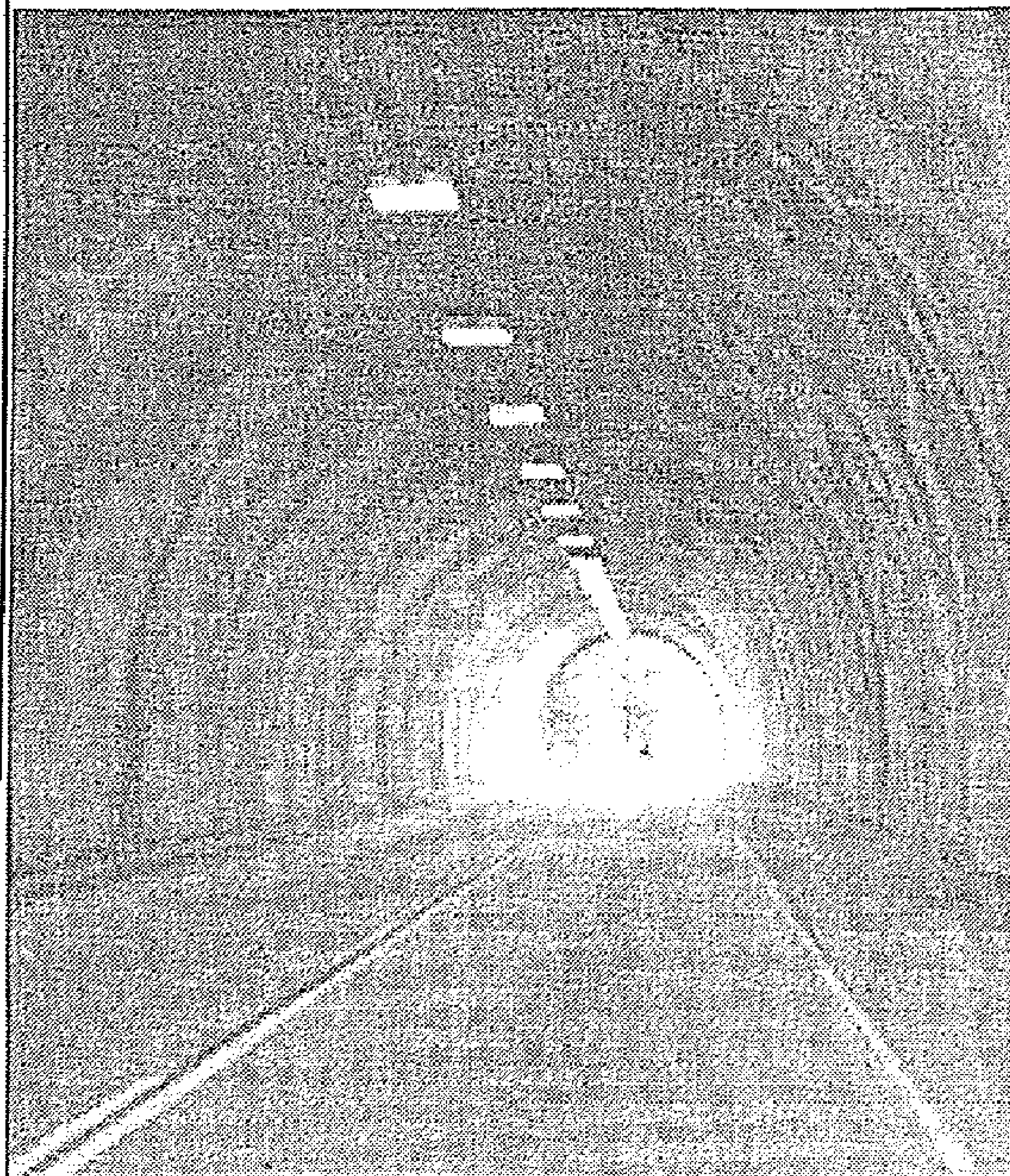
المراجع

١ – شركة المقاولون العرب .

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....



....
....
....
....
....
....
....
....
....



الباب التاسع

الحفر النفقي الموجه

الحفر النفقي الموجه :

الحفر التفقي الموجه هو طريقة لتنفيذ الأنفاق الصغيرة و المتناهية الصغر سواء من ناحية الأتجاه أو العمق بدقة كبيرة بحيث لا تؤثر علي جوهر العمل . هذه الطريقة لها ميزات متعددة هي :

١ – أمكانية أنشاء شبكة مواسير تحت الأرض بدون حفر أو تعطيل المرور أو أعاقة السير مع توفير تكاليف أخري مثل تكسير وأزالة الأسفلت أو تعديل مواقع المرافق الموجودة ....

٢ – يمكن بهذه الطريقة الأستغناء عن الفواريغ لتمرير هذه الماسورة خاصة مواسير المياه و الصرف الصحي أو الغاز أو الكابلات.

٣ – لا تحدث هذه الطريقة أي ضوضاء أو غبار أو تلويث للبيئة المحيطة بالموقع.

٤ – سرعة الأداء .

٥ – المحافظة علي المرافق المجاورة .

٦ – لا تحويل للمرور .

٧ – أمكانية الحفر في الأراضي الصخرية .

مواصفات الحفر النفقي الموجه :

١ – أقل قطر للماسورة = ١٢ سم .

٢ – أكبر قطر = ١٠٠ سم .

٣ – أقصي طول للحفر = ٥٠٠ متر .

٤ – العمق : غير محدد .

أنواع المواسير المستخدمة :

١ – مواسير البوليثيلين .

٢ – المواسير الحديد .

٣ – مواسير الزهر المرن .

٤ – الكابلات النحاسية .

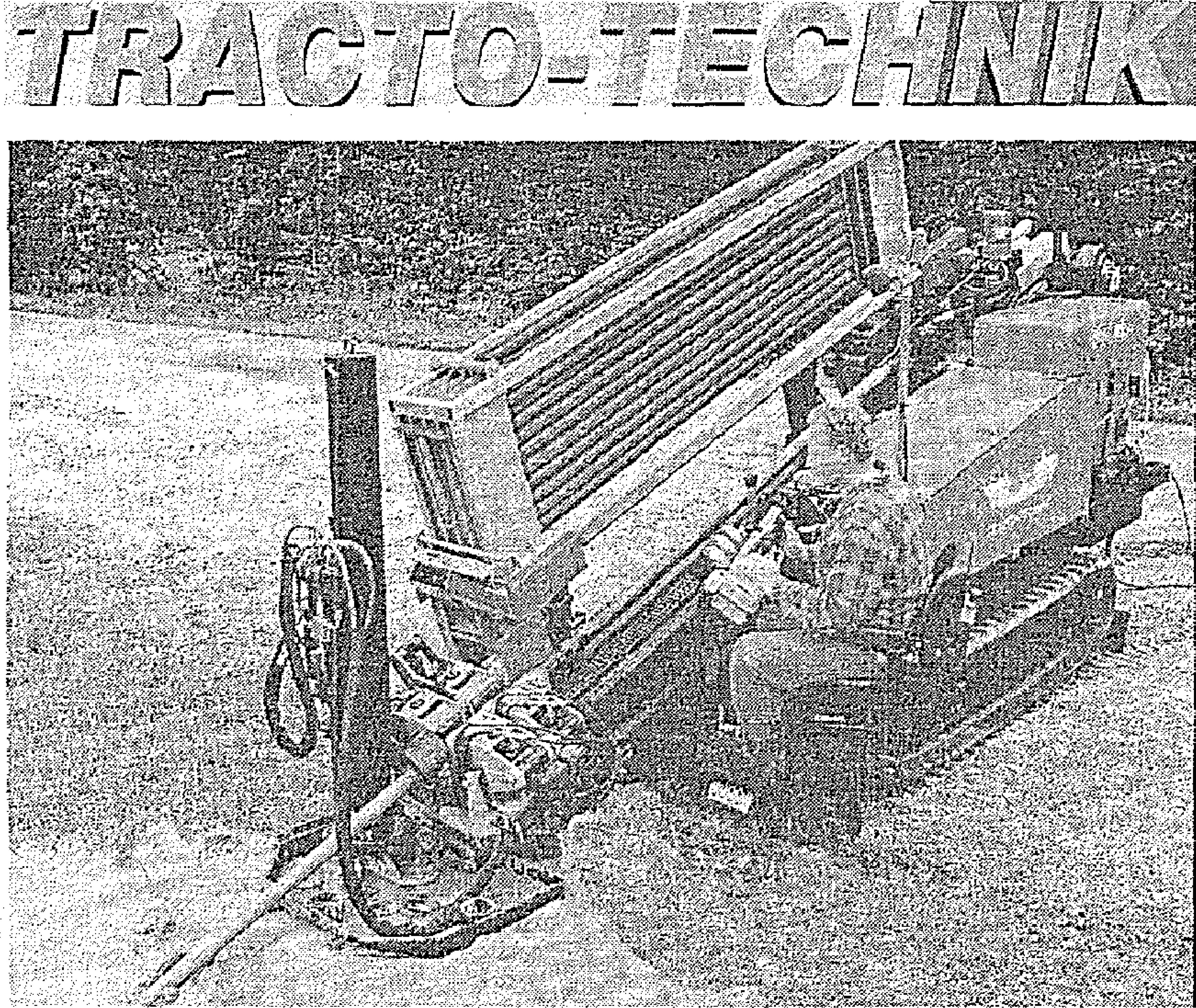
كل مقاس من مقاسات المواسير ، له المعدة الخاصة به والقدرة المناسبة للعمل . تقوم المعدة بتوليد قوة الدفع Thrust ومصاحبا لها قوة أدارة لقضيب الحفر المثبت في الماكينة Torque بالأضافة الي قوة شد Pulling ، وأيضا دفع المياه بقوة لأحداث تفوير في طبقات الأرض Water Jet لتسهيل ولأحداث الأختراق المطلوب .

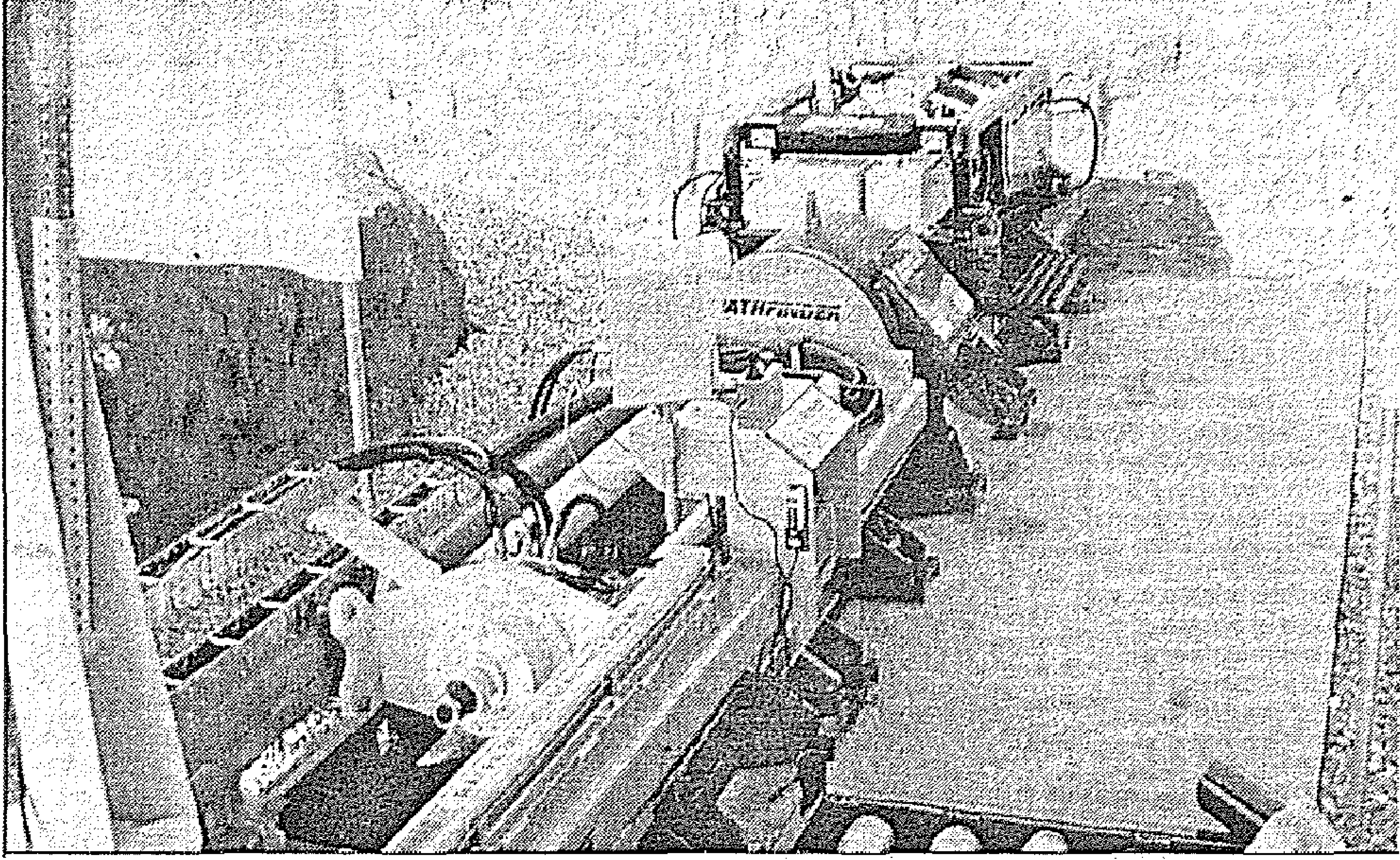
وكل بلد من البلدان لها المعدات الخاصة والتقنيات الخاصة بها وهي متعددة الأنواع والطرازات إلا أنها تقوم بنفس العمل .

الطراز الأول :

شكل (١) :

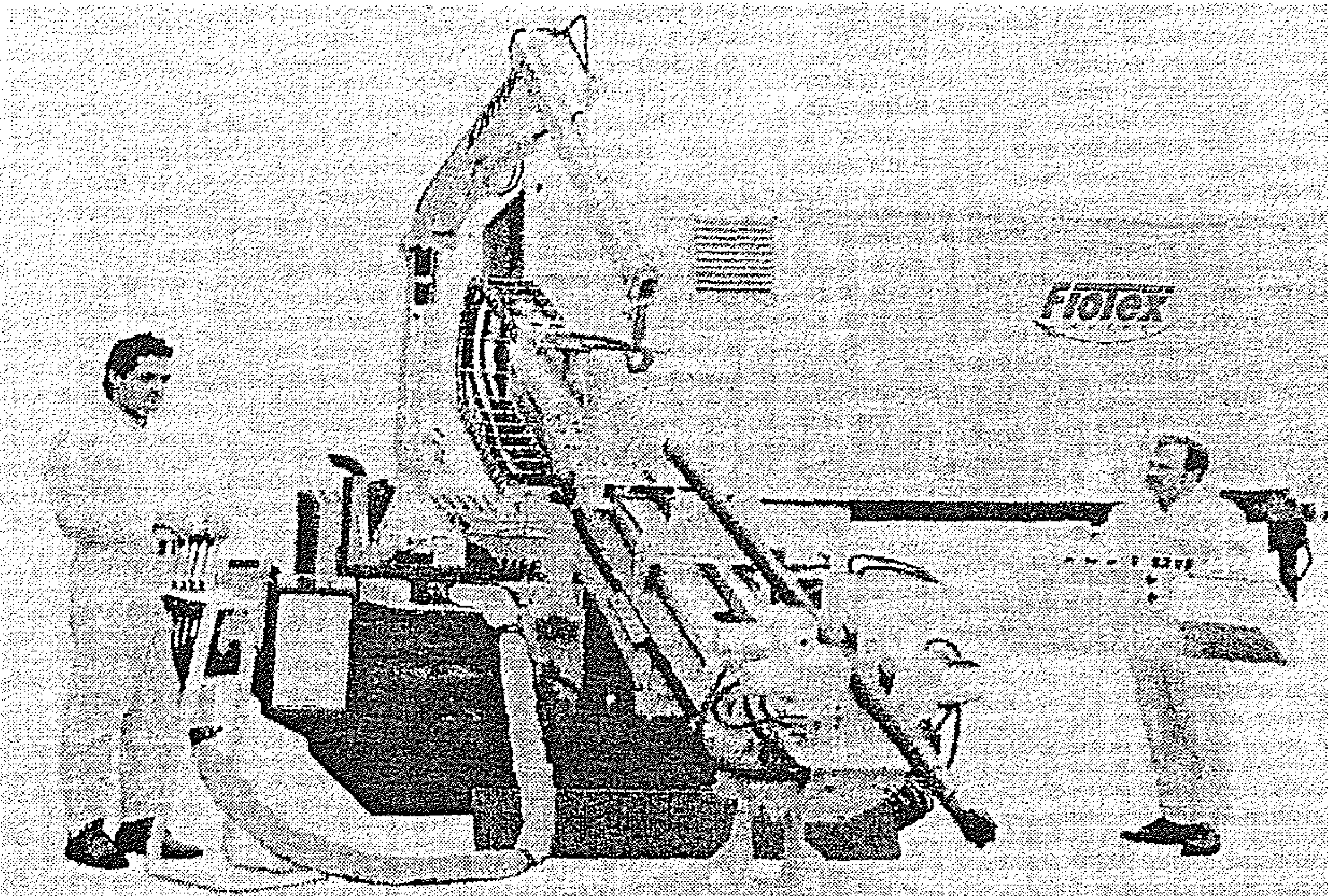
TRACTO-TECHNIK



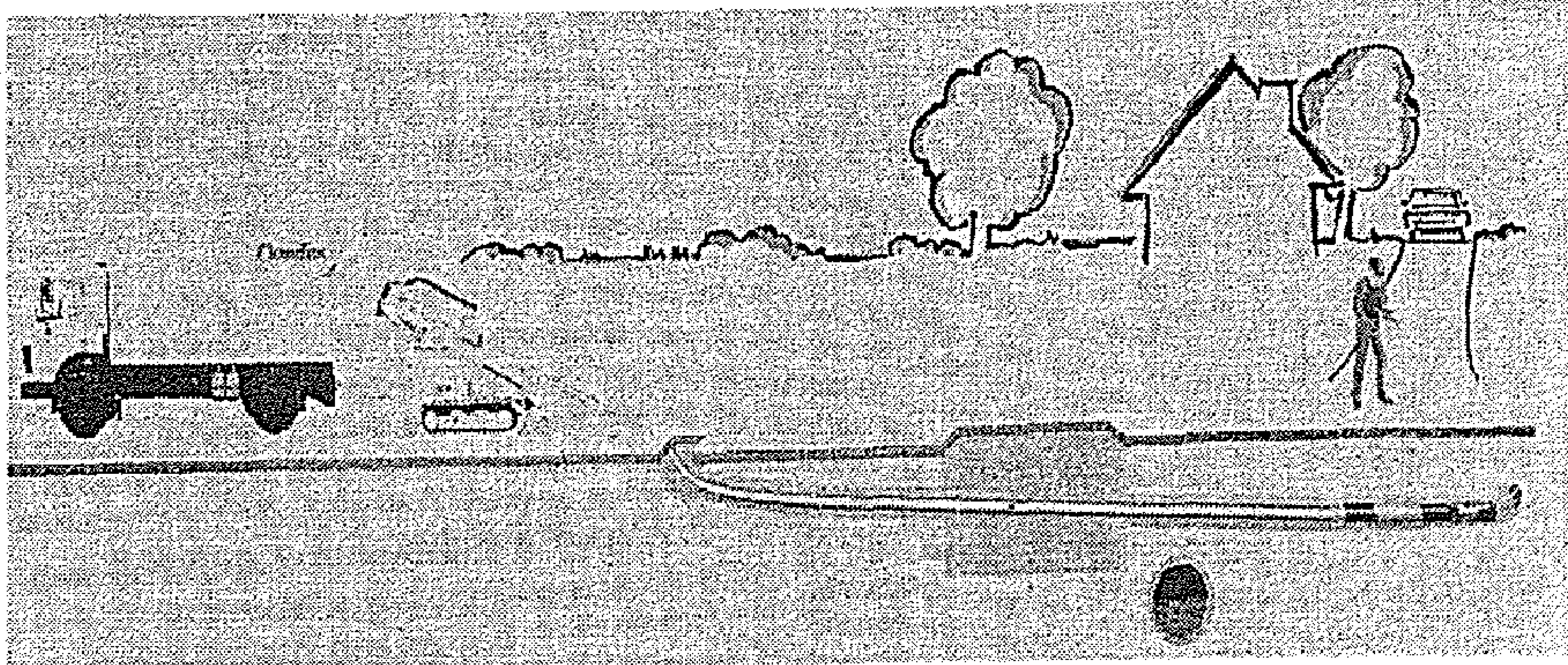


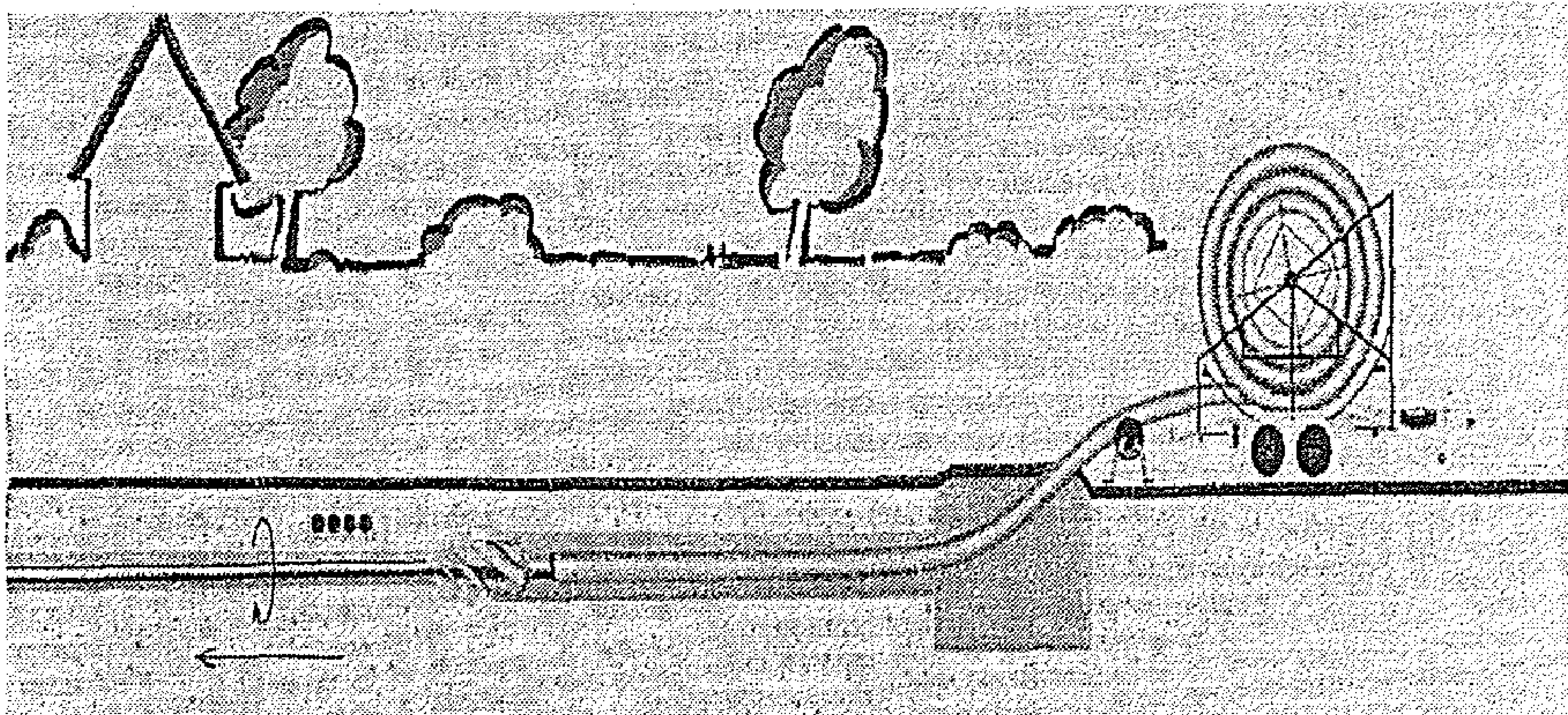
شكل (١) بعض أنواع المعدات التي تعمل في مجال الحفر النفقي الأفقي – حسب المصنع المنتج

الطراز التالي من تكنولوجيا الحفر النفقي الأفقي الموجه تنتجه أحدي الشركات ، وسنعرض طريقة العمل والتشغيل علما بأن غالبية الطرازات المعدات وكذلك طريقة العمل متشابهه – شكل (٢) .



شكل (٢) آلة الحفر النفقي الأفقي



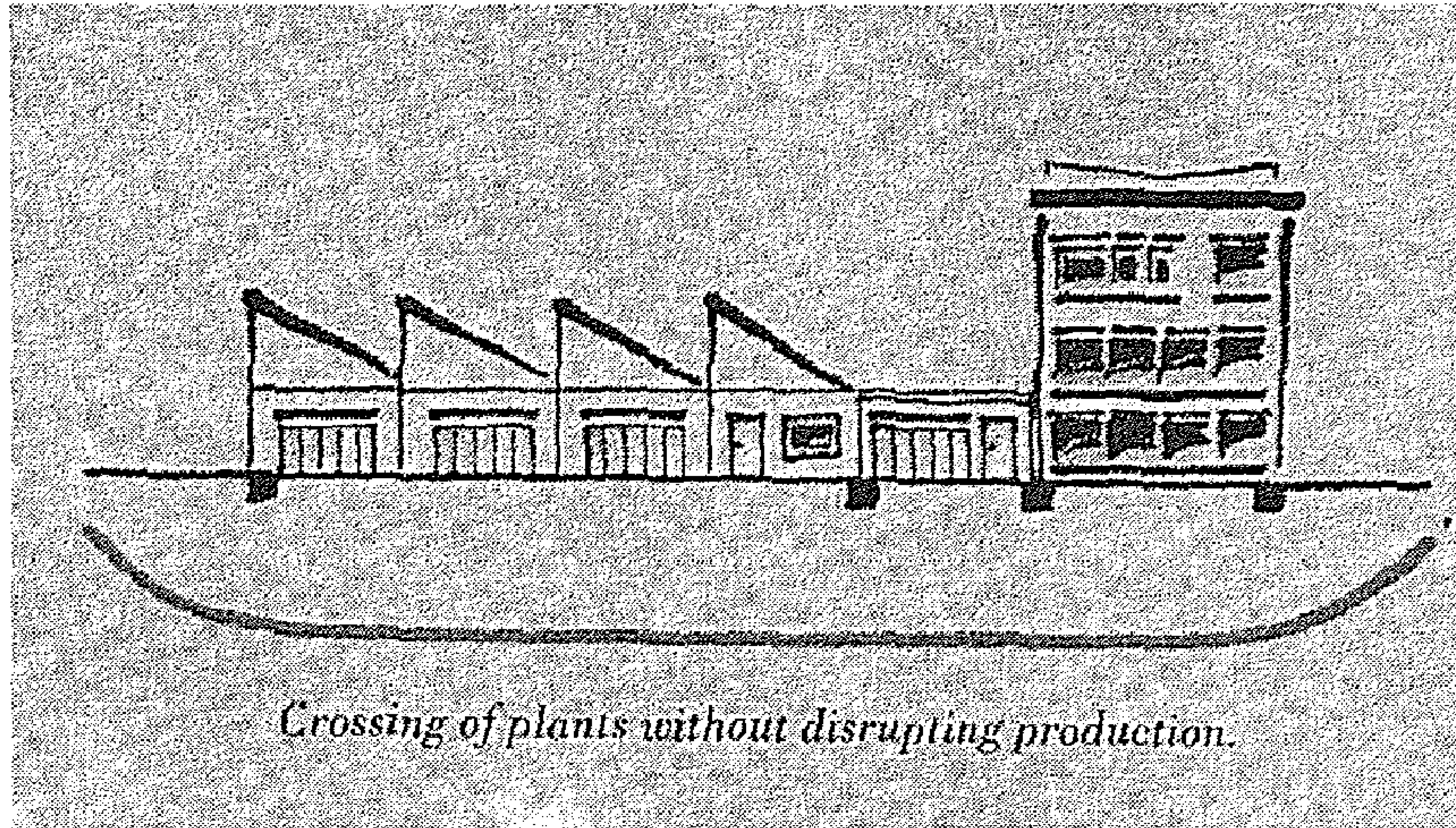


شكل (٢) تفاصيل تنفيذ الحفر التفق الأفقي

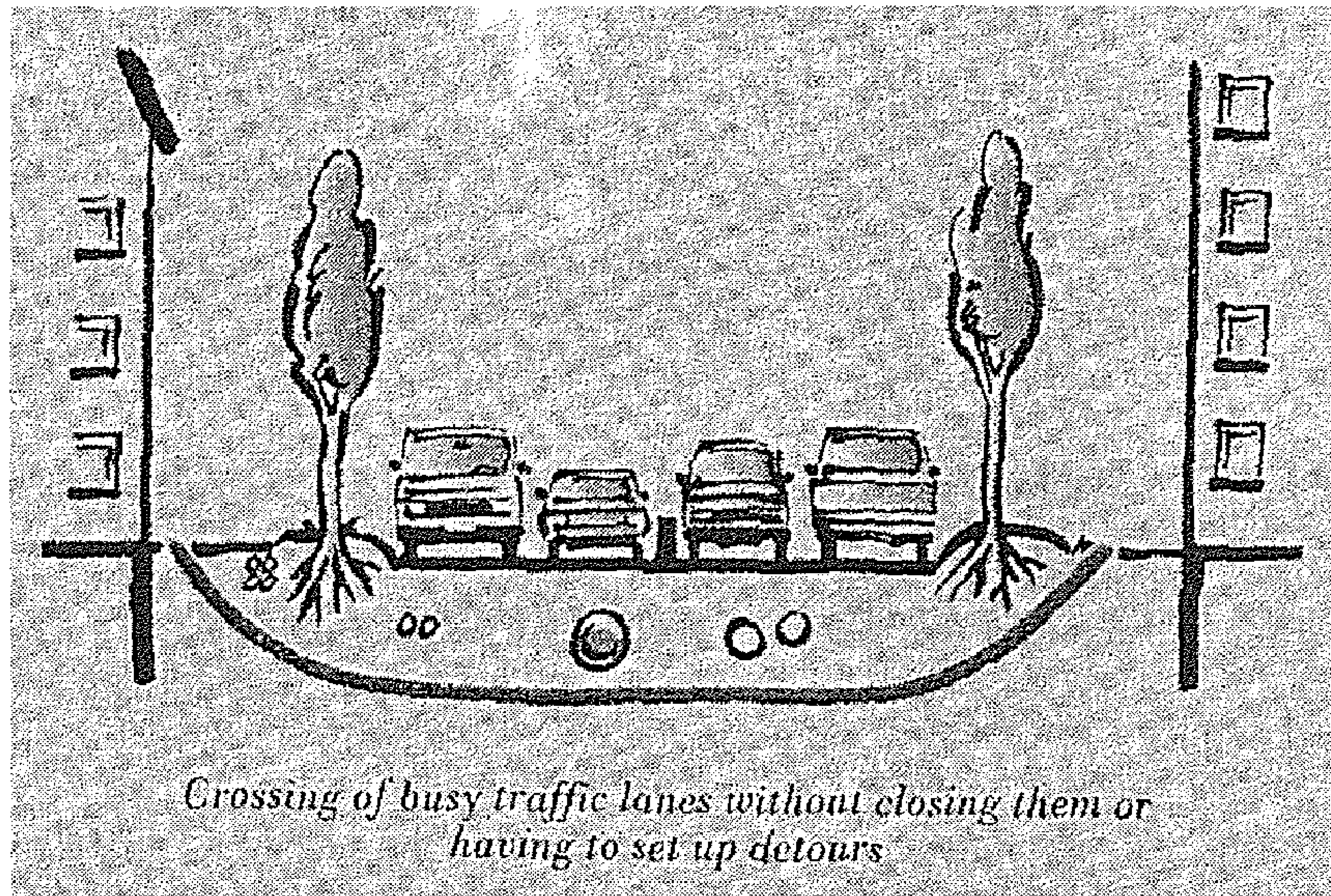


شكل (٢) مقدمة الحفار

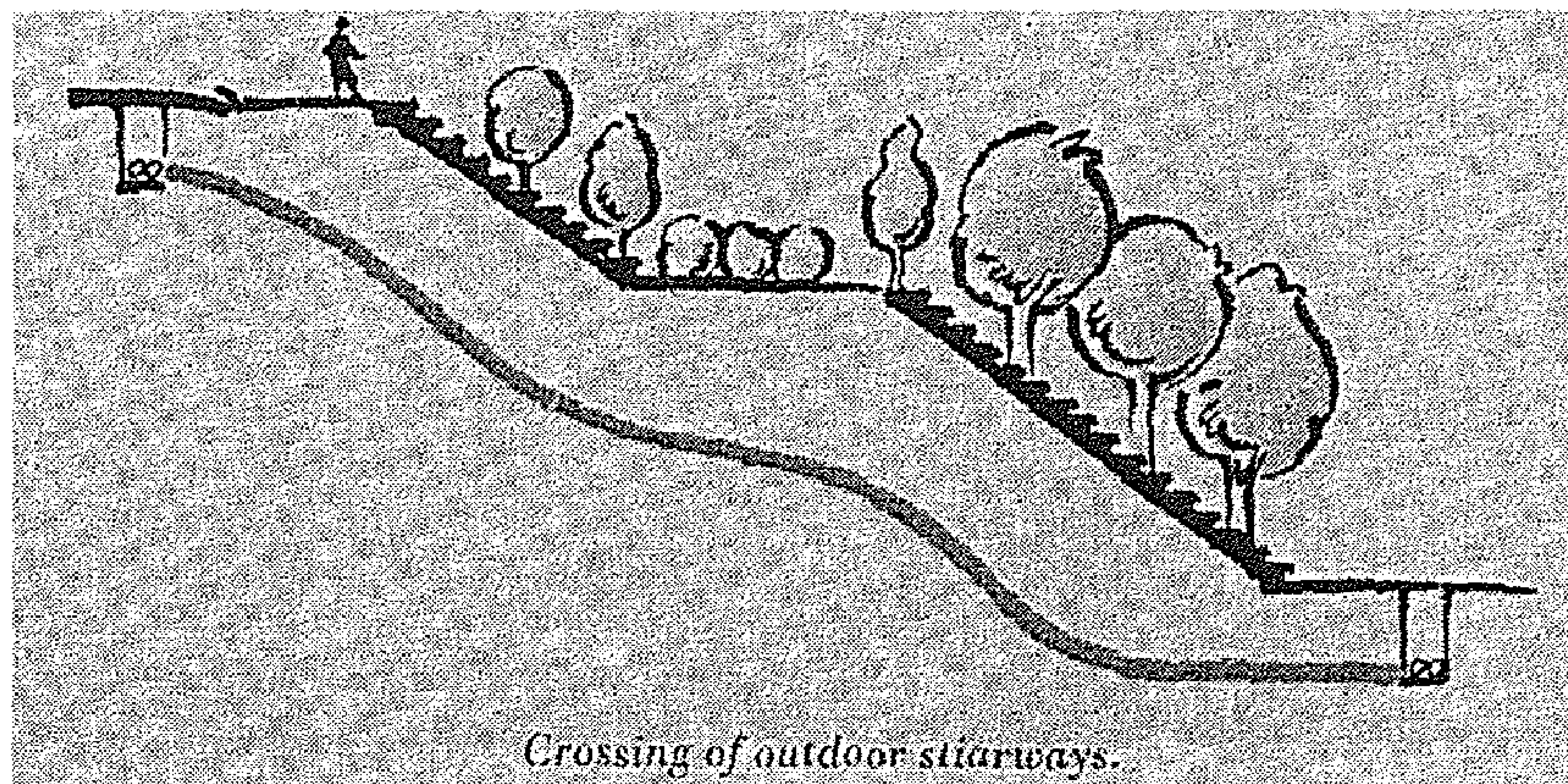
تطبيقات علي المشروعات – شكل (٣) :



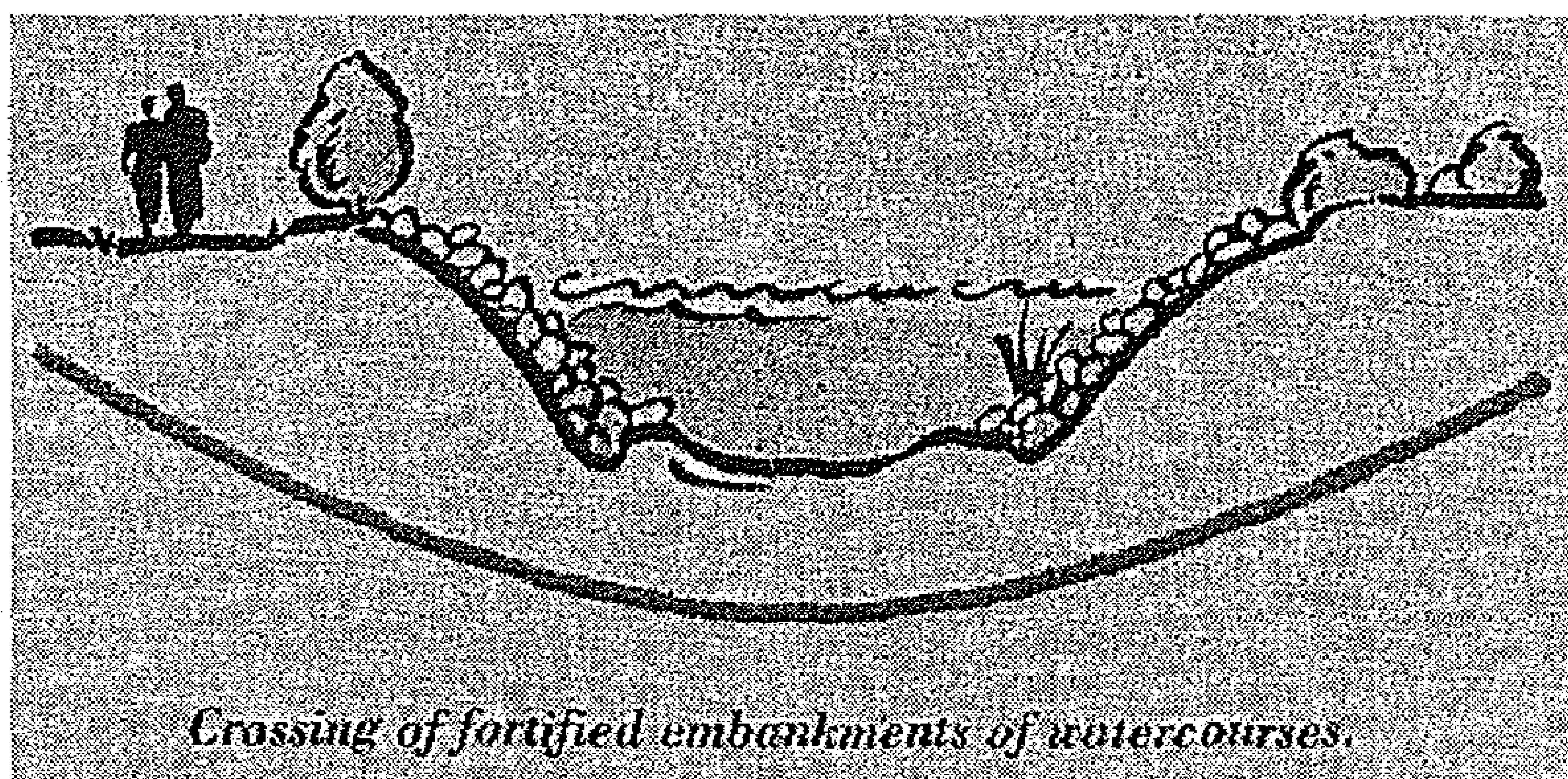
Crossing of plants without disrupting production.

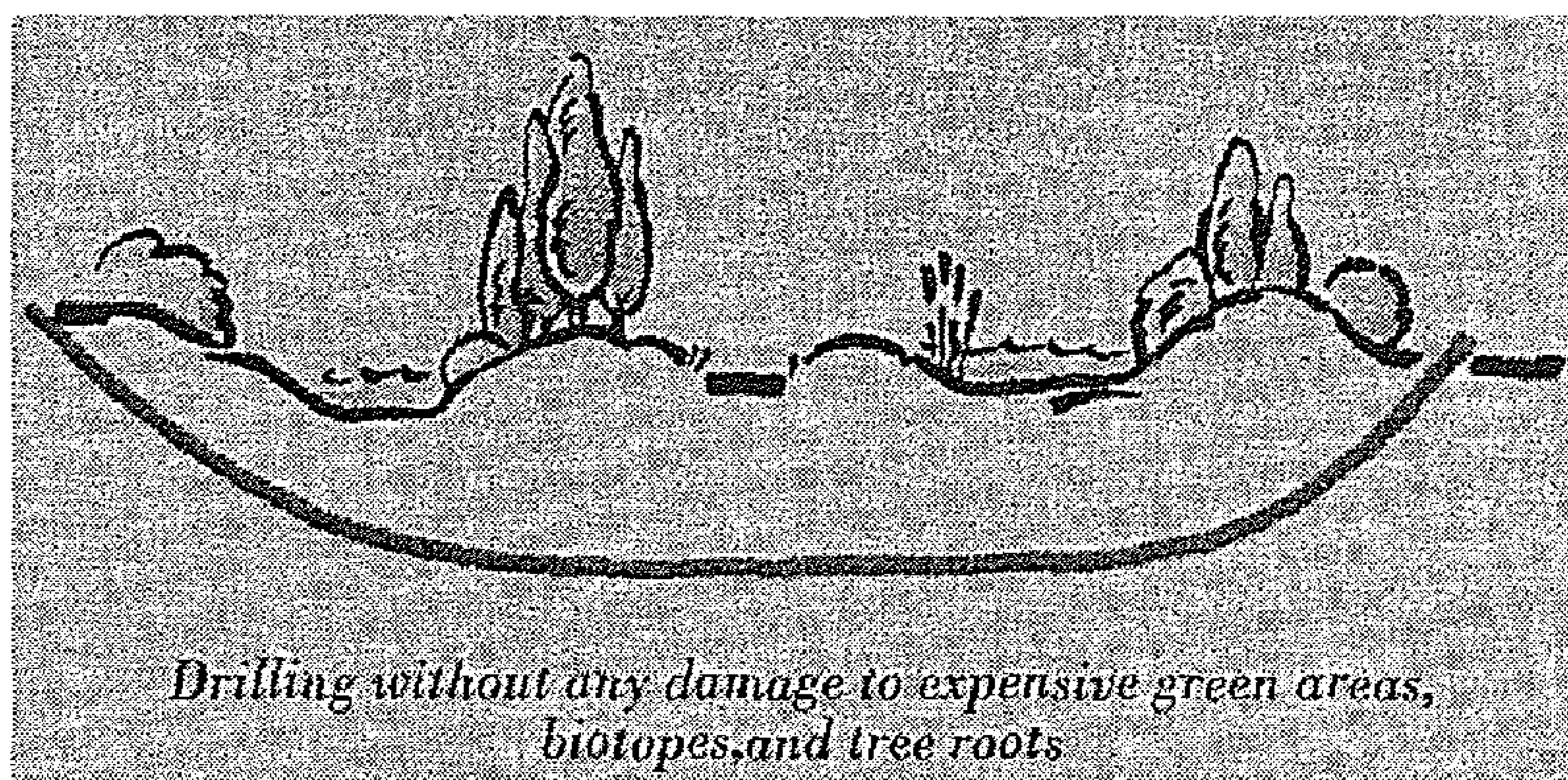


Crossing of busy traffic lanes without closing them or having to set up detours



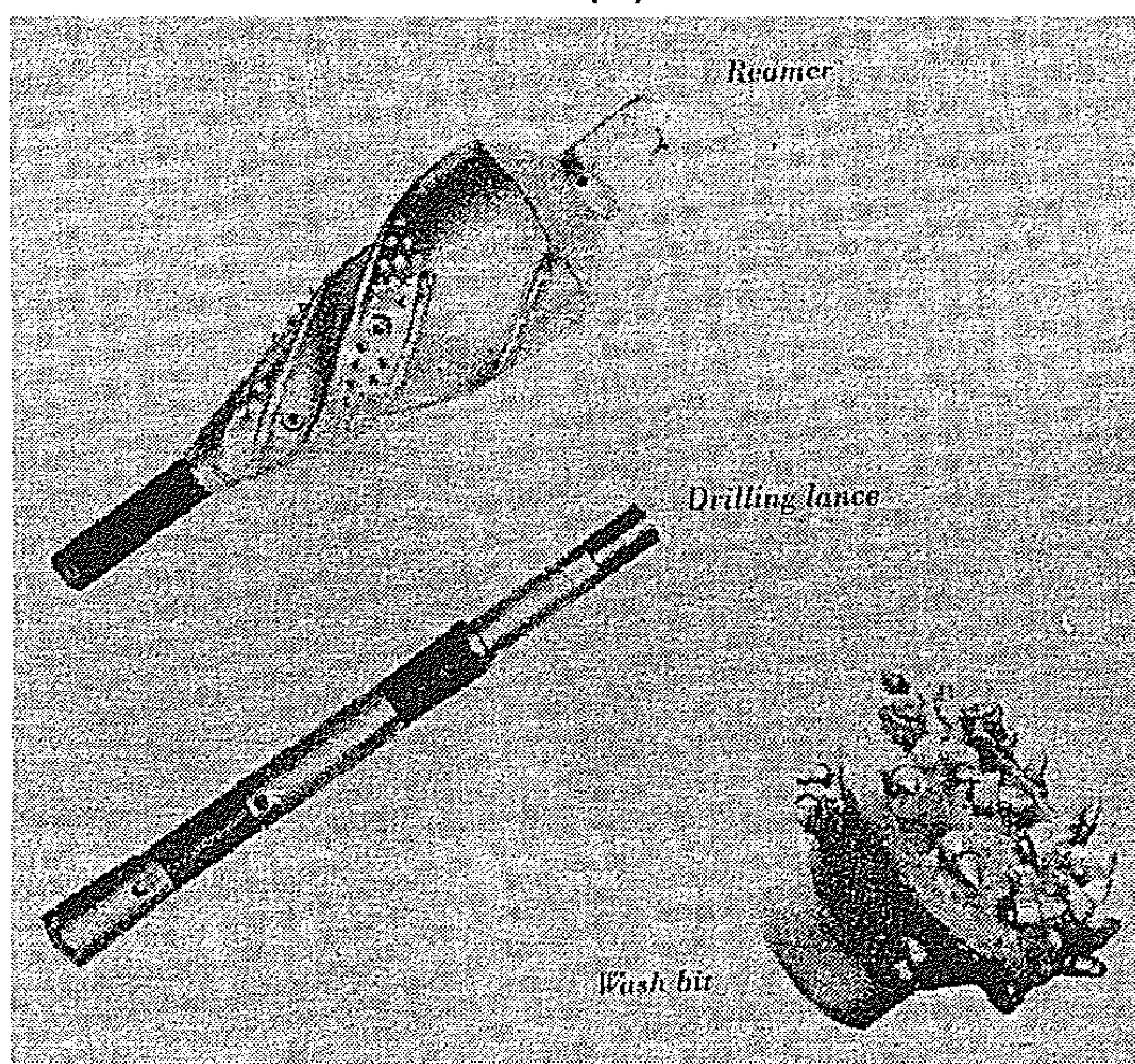
Crossing of outdoor stiarways.





شكل (٣) تطبيقات الحفر النفقي الأفقي

المهمات الملحقة بماكينة الحفر – شكل (٤) :



شكل (٤) مهمات مقدمة الحفر

خطوات العمل :

١ – يتم تحديد المسار مساحيا بدقة .

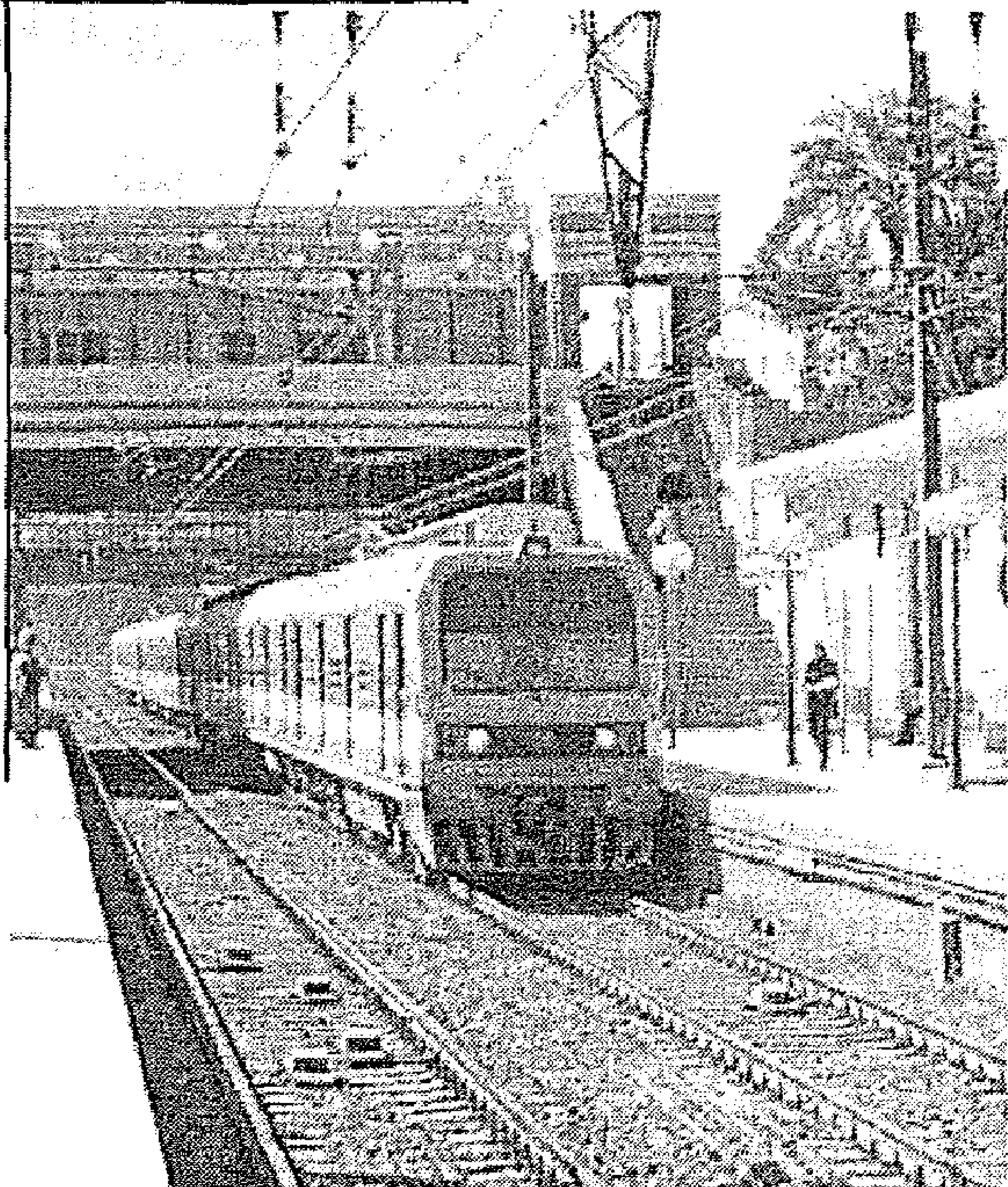
٢ – تنشأ حفرة البداية Start Pit .

٢ – تقوم آلة الحفر بعمل ثقب صغير في كامل المسار المحدد Pilot Drilling أوتوماتيكيا Remotely Controlled بطول النفق حتي حفرة النهاية . يكون هذا الثقب أصغر من الماسورة المزمع تركيبها (حوالي ربع القطر) . يتم ذلك بتركيب مقدمة الحفر Drill Head لعمل هذا الثقب مع دفع المياه من خلاله بضغط كبير Water Jet لتفوير الأرض مكان مسار الماسورة – شكل (٤) لأنجاز هذا العمل حتي يخرج من غرفة النهاية في المكان المحدد بكل دقة .

٣ – بعد نهو العمل و أكتمال أنشاء ثقب الحفر ، نقوم بتغيير مقدمة الحفر الي مقدمة أخري لها قطر الماسورة المطلوب تنفيذها موسعة للحفر مع دفع المياه وساحبة خلفها الماسورة حتي الخروج من الجهة الأخري .

المراجع

١ – كتالوجات الشركات المنتجة .



الباب العاشر

شبكة مترو الأنفاق للقاهرة الكبرى

تشمل الشبكة الخطوط الثلاثة الرئيسية الآتية :-

١ - الخط الأول للمترو :

يعتبر العمود الفقرى لشبكة المترو ويمتد من حلوان إلى المرج بطول ٤٣ كم وقد إستكمل تنفيذه عام ١٩٨٩ وينقل حاليا ٤ر١ مليون راكب يوميا وتسمح الطاقة التصميمية له بالزيادة إلى ٢ مليون راكب/ يوم .

٢ - الخط الثانى للمترو :

ويمتد من شبرا الخيمة إلى جنوب محطة سكة حديد الجيزة بطول ١٩ كم ويتبادل الخدمة مع الخط الأول فى محطة مشتركة أسفل كل من ميدان رمسيس وميدان التحرير ويجرى تنفيذه على أربعة مراحل منذ عام ١٩٩٣م حيث تم تنفيذ الجزء الأول والثانى منه حتى الآن (شبرا الخيمة - التحرير) .

٣ - الخط الثالث للمترو :

ويمتد طبقا للدراسات السابقة من إمبابة فى الغرب فى محافظة الجيزة إلى الدراسة فى الشرق فى محافظة القاهرة بطول ٥ر٨ كم على أن يتبادل الخدمة مع الخط الأول فى منطقة محطة جمال عبد الناصر ومع الخط الثانى فى منطقة محطة العتبة وهو مشروع ينتظر الدراسة المفصلة كما يحتمل التعديل فى المسار قبل البدء فى تنفيذه نظرا للمتغيرات الكثيرة التى فى القاهرة الكبرى.

٤ - مشروعات مكملة لخطوط المترو :

أ - محطة محولات الضغط العالى ٢٠/٦٦ك .ف فى طره (تم تنفيذها منذ عام ١٩٨٧) .

ب - محطة محولات الضغط العالى ٢٠/٢٢٠ك .ف فى مبنى مجمع رمسيس (تم تنفيذها منذ عام ١٩٩٢) .

جـ - مركز رئيسى للتحكم فى الطاقة والتشغيل للخطوط الثلاثة فى مبنى مجمع رمسيس (تم تنفيذه منذ عام ١٩٩٢ ويجرى إستكماله طبقا لمراحل تنفيذ الخطوط الثلاثة).

د - ورشة طره لصيانة قطارات الخط الأول بطاقة إصلاح ٢٠٤ وحدة (تم تجديدها كاملا وإستكمالها عام ١٩٨٧) .

هـ - ورشة شبرا الخيمة لصيانة قطارات الخط الثانى والثالث بطاقة إصلاح ٣٢٠ وحدة (استكمال تنفيذها فى سبتمبر ١٩٩٧) .

الخط الثانى للمترو

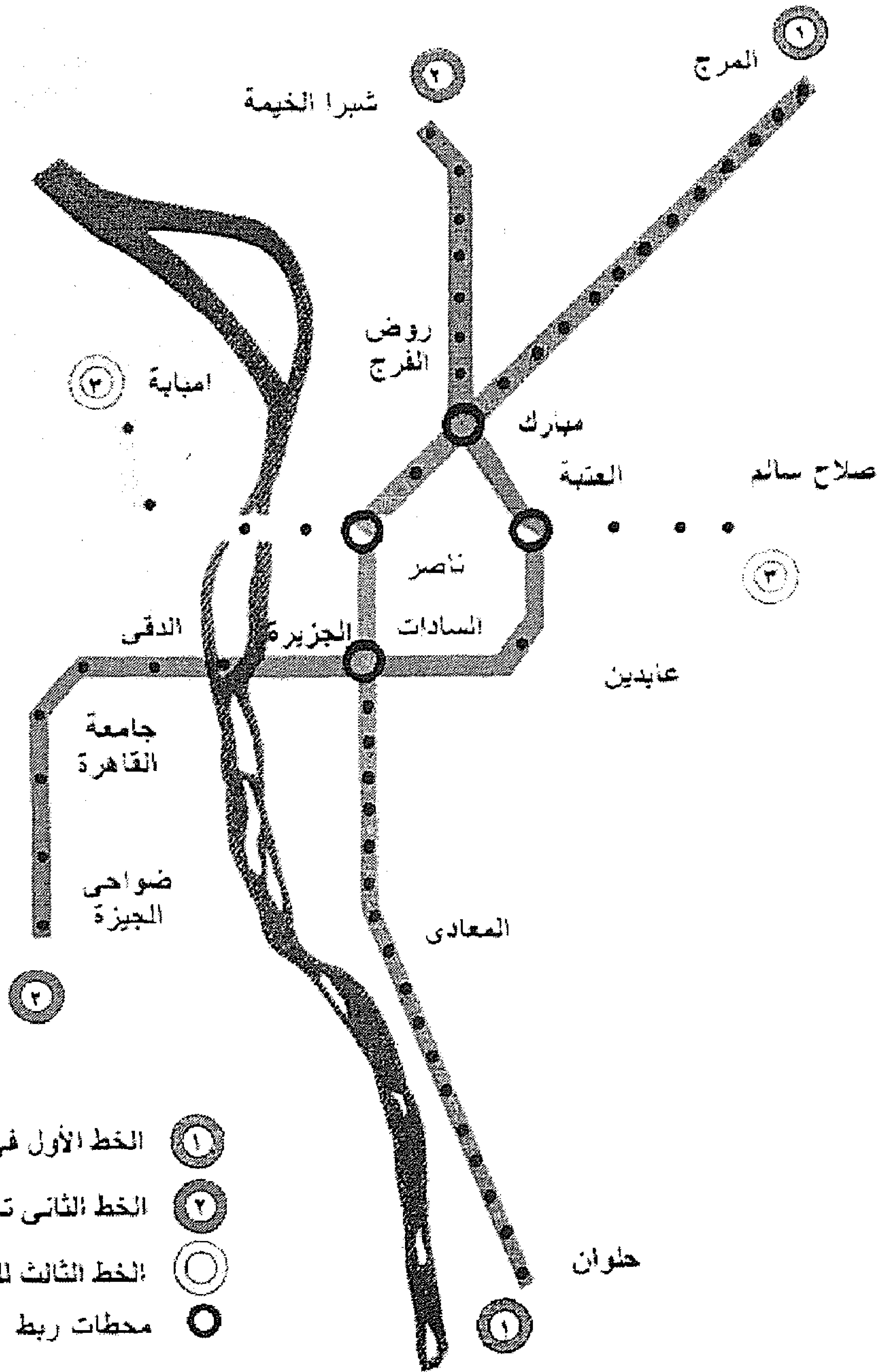
(شبرا الخيمة - رمسيس - التحرير - الجيزة)

وصف عام للخط :-

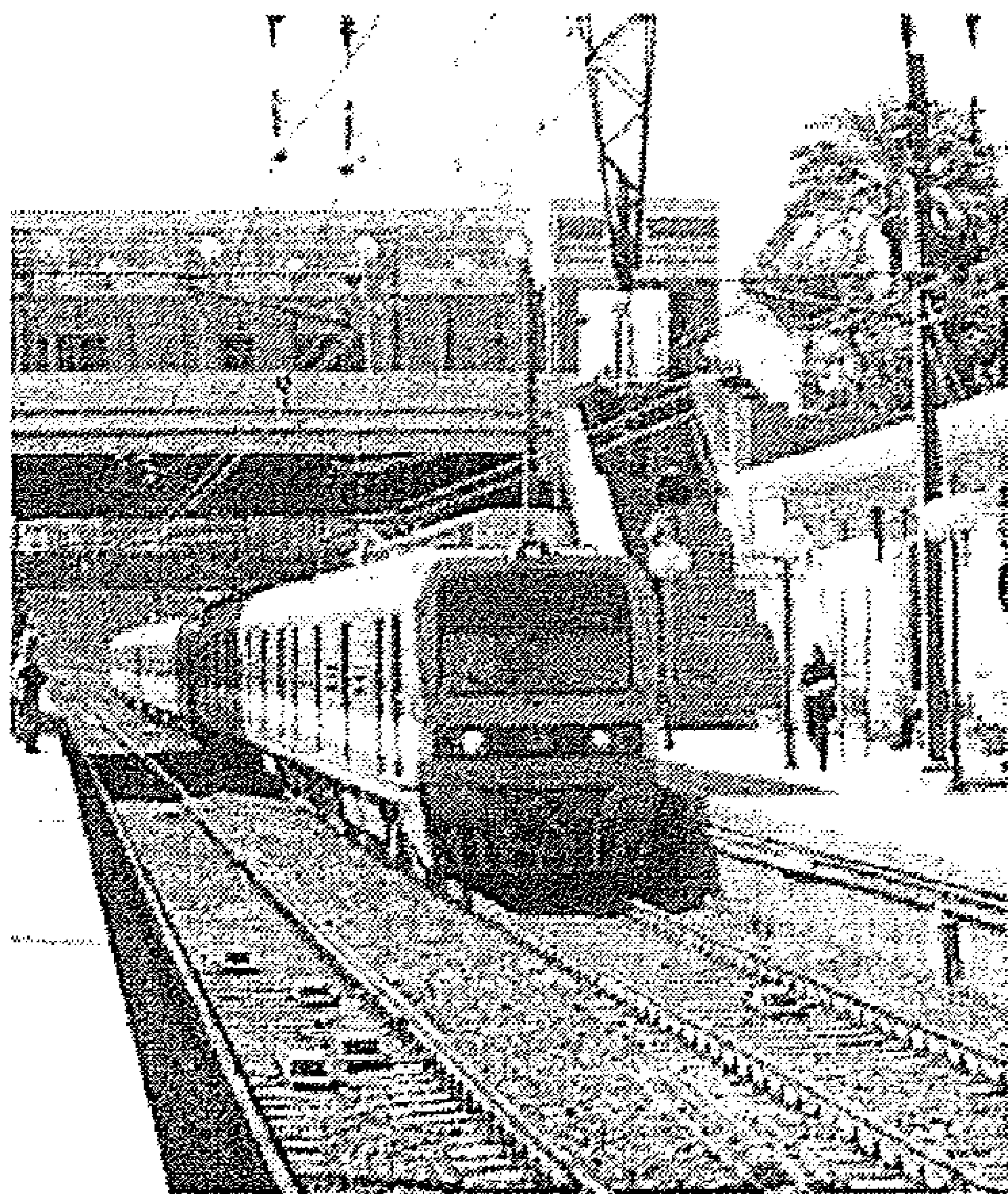
- يعتبر الخط الثانى للمترو إنشاء جديد بكامل طوله حيث لا يعتمد على أية بنية أساسية سابقة مثل الخط الأول كما يتم تمويل تنفيذه من إمكانات الدولة دون الإعتماد على أية مصادر تمويل خارجية (تمويل ذاتى من وزارة النقل - بنك الإستثمار القومى - البنوك المحلية) .

- يمتد الخط من شبرا الخيمة إلى ميدان رمسيس ثم إلى ميدان العتبة وميدان التحرير ثم يعبر النيل بفرعيه إلى الدقى ثم يعبر سكة حديد وجه قبلى متجها جنوبا إلى الجيزة حيث ينتهى جنوب محطة سكة حديد الجيزة الحالية بطول إجمالى ١٩ كم وبذلك فهو يربط محافظات القليوبية والقاهرة والجيزة لأول مرة بوسيلة نقل جماعى سريعة ومريحة وآمنة عابرة لأول مرة فى التاريخ أسفل ترعة الإسماعيلية التى تفصل بين محافظتى القليوبية والقاهرة وأسفل الفرع الغربى لنهر النيل الذى يفصل محافظتى القاهرة والجيزة - شكل (١) .

- يخدم الخط أكثر من ٤٠ مليون مواطن خدمة مباشرة فى التجمعات العمالية فى مناطق شبرا الخيمة وبولاق الدكرور والتجمعات السكنية فى منـــاطق شـــبرا والدقى والجيزة والمنطقة التجارية والخدمية فى منتصف المدينة ما بين ميدان رمسيس وميدان العتبة وميدان التحرير والتجمعات الطلابية فى منطقة جامعة القاهرة كما يقدم خدمة غير مباشرة للمواطنين فى مناطق القـــاهرة الأخـــرى والرواد اليوميين للقاهرة الكبرى .
- يحقق الخط تبادل الخدمة مع خطوط سكك حديد مصر وذلك عند محطة شبرا الخيمة للمترو المجاورة لمحطة شبرا للسكة الحديد وعند محطة مبارك للمترو المجاورة لمحطة سكة حديد مصر فى ميدان رمسيس وعند كل مـــن محطـــة سكة حديد الجيزة ومحطة ضواحى الجيزة للمترو المجاورة لمحطة سكة حديد الجيزة ومحطة ضواحى الجيزة للسكة الحديد (تحت الإنشاء) وهو بذلك يقـــدم خدمة جيدة للمواطنين المترددين على القاهرة من خارجها .
- يحقق الخط تبادل الخدمة مع الخط الأول محطة مبارك فى ميـــدان رمـــسيس ومحطة السادات فى ميدان التحرير كما يحقق تبادل الخدمة مع الخط الثالـــث عند إنشائه وذلك من خلال ربطة بمحطة العتبة فى ميدان العتبة .

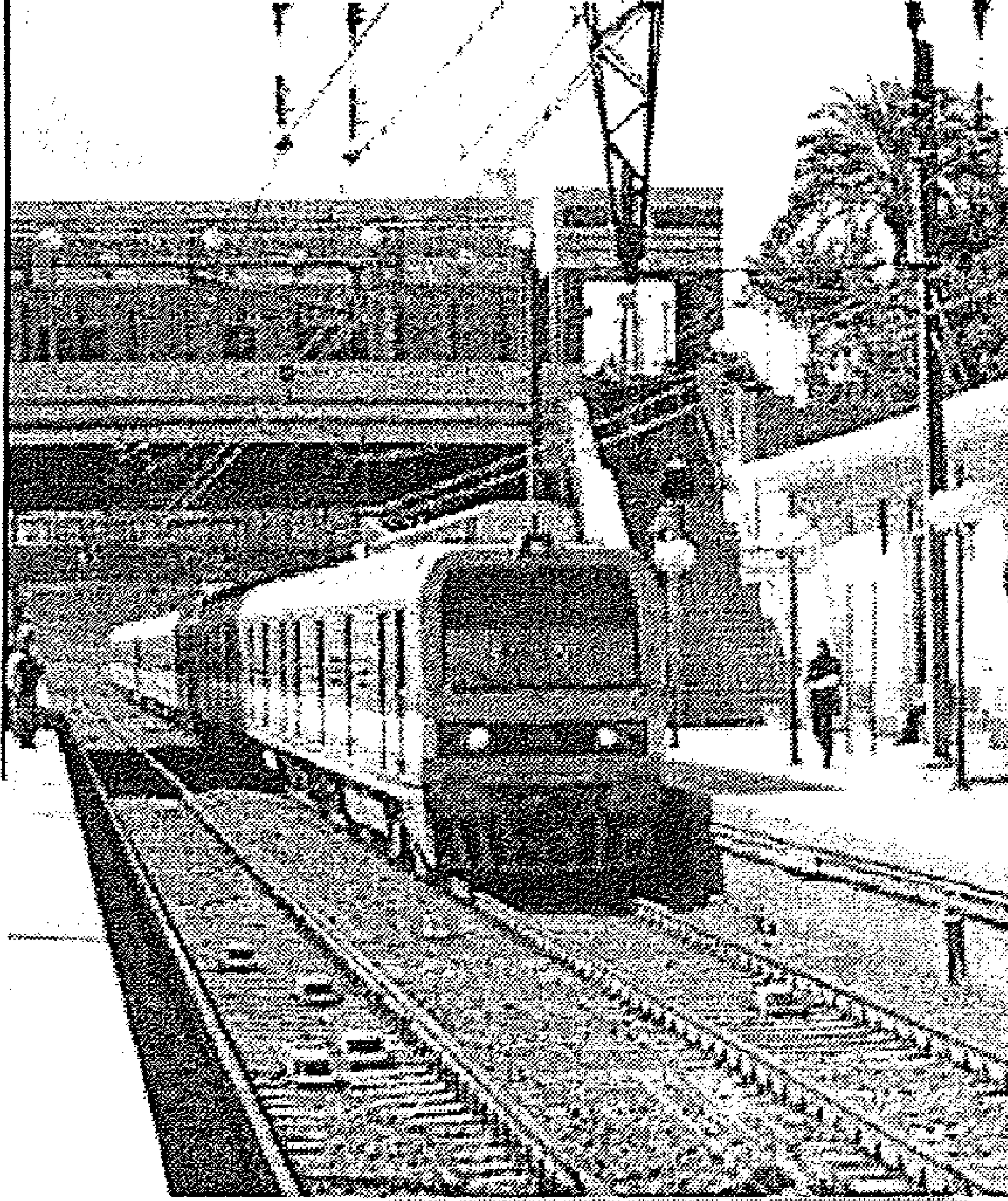


شكل (١) خطوط المترو في القاهرة



الإنشاءات المتميزة 2

مترو أنفاق القاهرة



الباب الحادى عشر

مراحل تنفيذ محطات مترو الأنفاق

مراحل تنفيذ محطات مترو الأنفاق

شكل (١) .

المرحلة الأولى :

- تنفيذ الحوائط المرشدة Guide Wall
- تنفيذ الحوائط D . W

المرحلة الثانية :-

- أعمال حقن التربة بغرض غلق المسامات بين حبيبات التربة الرملية حتى يمكن سحب المياه من داخل المحطة وإجراء أعمال الحفر فى الحالة الجافة .

المرحلة الثالثة :-

- أعمال سحب المياه من داخل المحطة .

المرحلة الرابعة :-

- أعمال الحفر لتنفيذ البلاطة العلوية (Roof Slab)

المرحلة الخامسة :-

- تنفيذ البلاطة العلوية (Roof Slab)
- أعمال الحفر فى الداخل Access

المرحلة السادسة :-

- تنفيذ البلاطة العلوية للمداخل .
- أعمال الحفر للوصول لمنسوب بلاطات التشغيل Technical Slab

المرحلة السابعة :-

- صب بلاطة الـ Technical Slab
- أعمال الحفر فى المداخل للوصول لمنسوب بلاطة قطع التذاكر Ticket Slab

المرحلة الثامنة :-

- أعمال الحفر الوصول لمنسوب بلاطة الـ Raft
- توقيع وتنفيذ السنادات الأولى للحوائط First layer of Struts .
- تنفيذ أعمال العزل فى المداخل .

المرحلة التاسعة :-

- تنفيذ الطبقة الثانية من السنادات Second layer of Struts .
- تنفيذ بلاطة قطع التذاكر فى المداخل .

المرحلة العاشرة :-

- إستكمال أعمال الحفر للوصول لمنسوب الـ Raft

المرحلة الحادية عشر :-

- تركيب أعمال العزل فوق الخرسانة العادية للـ Raft

المرحلة الثانية عشر :-

- تنفيذ خرسانة اللبشة Raft

المرحلة الثالثة عشر :-

- إزالة السنادات (Struts)
- تنفيذ الكمرات (Corbels) بجوار الحوائط بكامل محيط المحطة .

المرحلة الرابعة عشر :-

- تركيب الكمرات الخاصة بماكينة حفر الانفاق .

المرحلة الخامسة عشر :-

- تنفيذ أعمال الأعمدة والحوائط بين منسوب اللبشة Raft والبلاطة الفنية Technical Slab .

المرحلة السادسة عشر :-

- تنفيذ الأعمدة والحوائط بين منسوب البلاطة الفنية وبلاطة قطع التذاكر
- تنفيذ بلاطة قطع التذاكر .

المرحلة السابعة عشر :-

- إيقاف أعمال سحب المياه .
- تنفيذ خرسانات الأرصفة .
- تكسير فى الحوائط لتخليق الفتحات بين المحطة والمداخل .

المرحلة الثامنة عشر :-

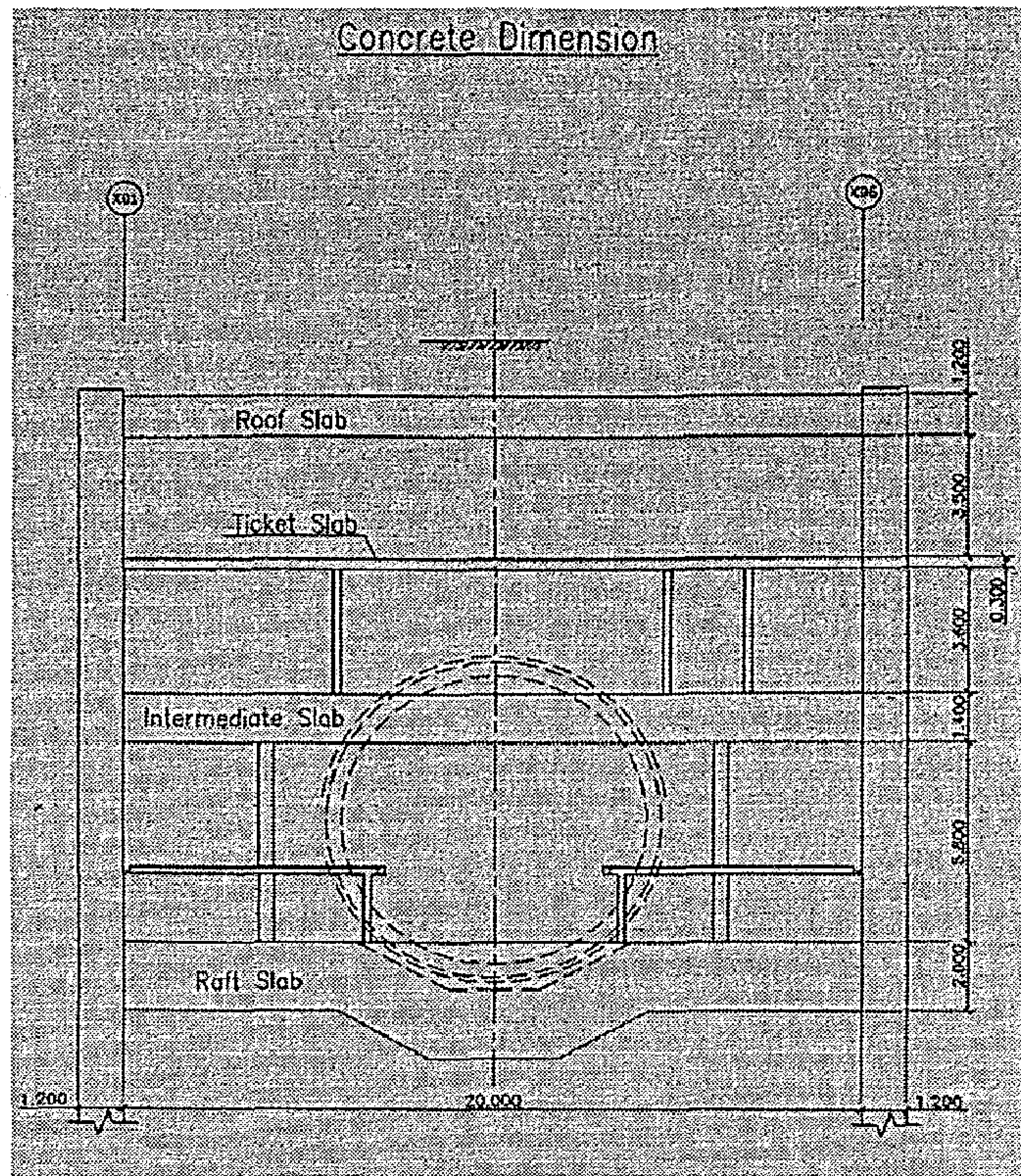
- بعد تركيب أو فك ماكينة حفر الأنفاق يتم إستكمال بقية خرسانة اللبشة .
- تشطيب الرصفة .

المرحلة التاسعة عشر :-

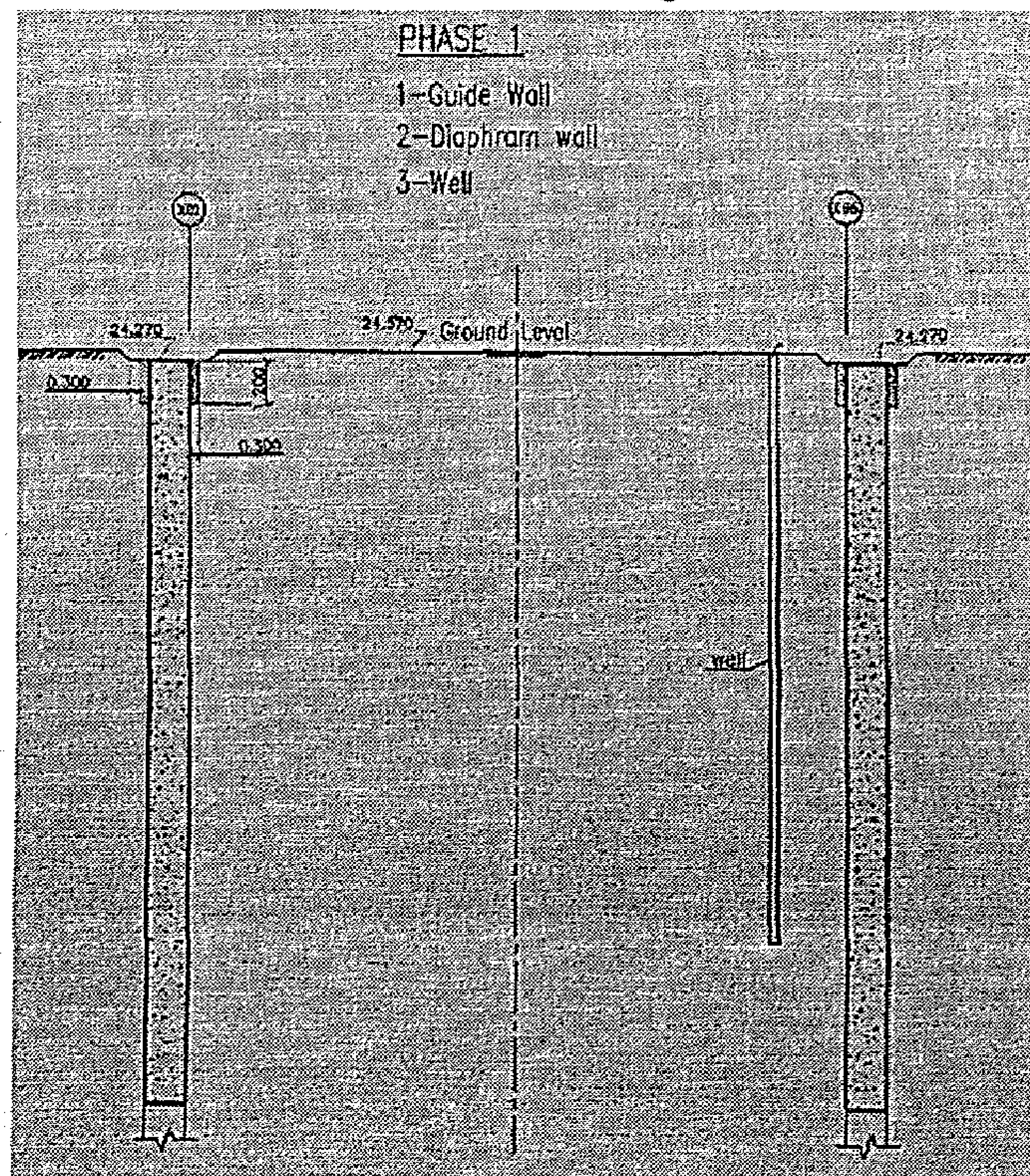
- استكمال إنهاء بلاطة اللبشة بعد رفع ماكينة حفر التفاق .

المرحلة العشرون :-

- استكمال غلق الفتحات الموجودة داخل المحطة وفى منسوب البلاطة العلوية وبلاطة قطع التذاكر والبلاطة الفنية والتى كانت مفتوحة بغرض أعمال الحفر والصب وتنفيذ الخرسانات المسلحة فى المحطة وعلى المناسيب المختلفة .



الأبعاد الخرسانية – مشروع مترو الأنفاق – محطة عبده باشا – القاهرة



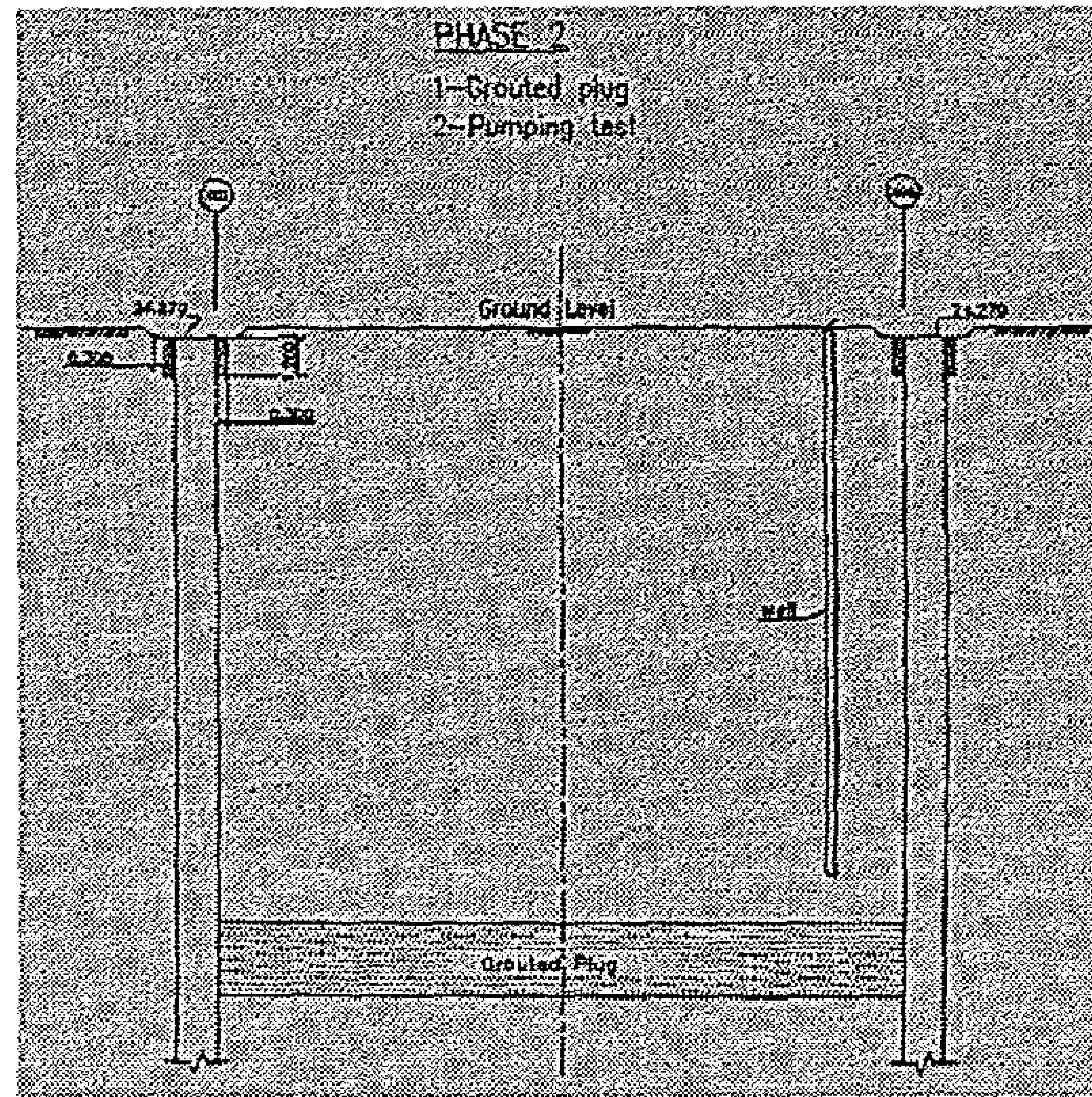
المرحلة الأولي :

أنشاء كمرات الدليل Guide Wall :

١ – تنفذ هذا الكمرات للتحكم في معدة الحفر و التقيد بمسار حائط الديافرام ، كما تكون الكمرات من الخرسانة المسلحة بقطاع مناسب لحجم حـائط الـديافرام ومعدة الحفر . تكون المسافة بينهما = سمك حائط الديافرام + ٥ سم ، كمـا يكون السطح العلوي للدليل مع منسوب سطح الأرض .

٢ – تنفيذ حائط الديافرام – يرجي مراجعة باب حوائط الديافرام .

٣ – دق وتنفيذ البئر الجوفي وكذلك البيزومترات (النهاية السفلية للبئر أعلي مـن منسوب طبقة الحقن) لغرض تجربة الضخ وأختبار طبقة الحقن السفلي .



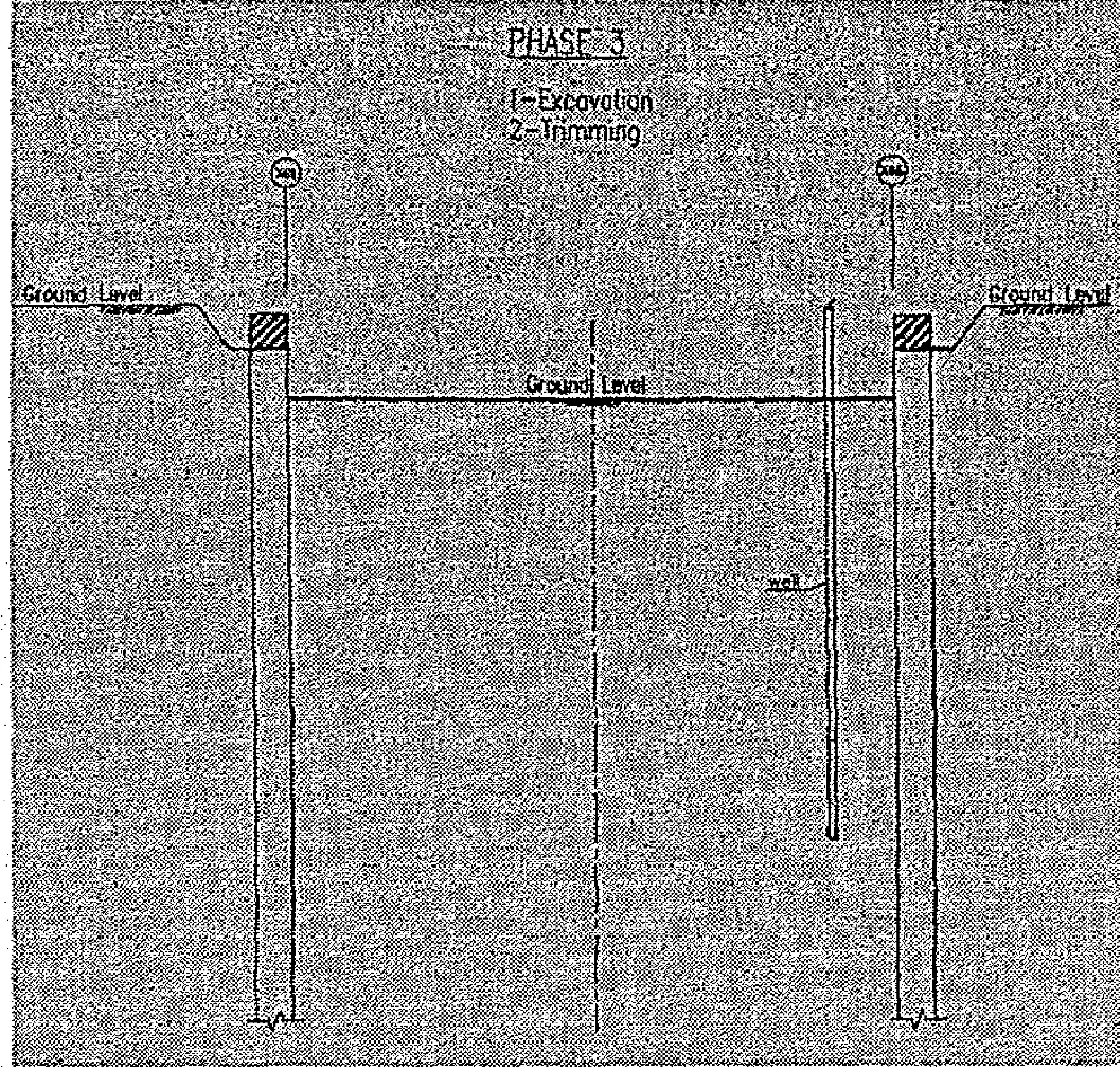
المرحلة الثانية :

١ – تنفيذ طبقة الحقن السفلية .

الهدف هو عمل طبقة حقن من سـليكات الـصوديوم Soft Gel بـين حـوائط الديافرام و أسفل منسوب أرضية المحطة لمنع رشح المياه الجوفية الي المحطة أثناء الإنشاء ولمدة عامين . تكون النفاذية لطبقة الحقن = ١ × ١٠ $^{-٦}$ م / ث . تصمم سمك طبقة الحقن بحيث تحقق فارق هيـدروليكي Hydraulic Gradient أقل من أو = ٣ .

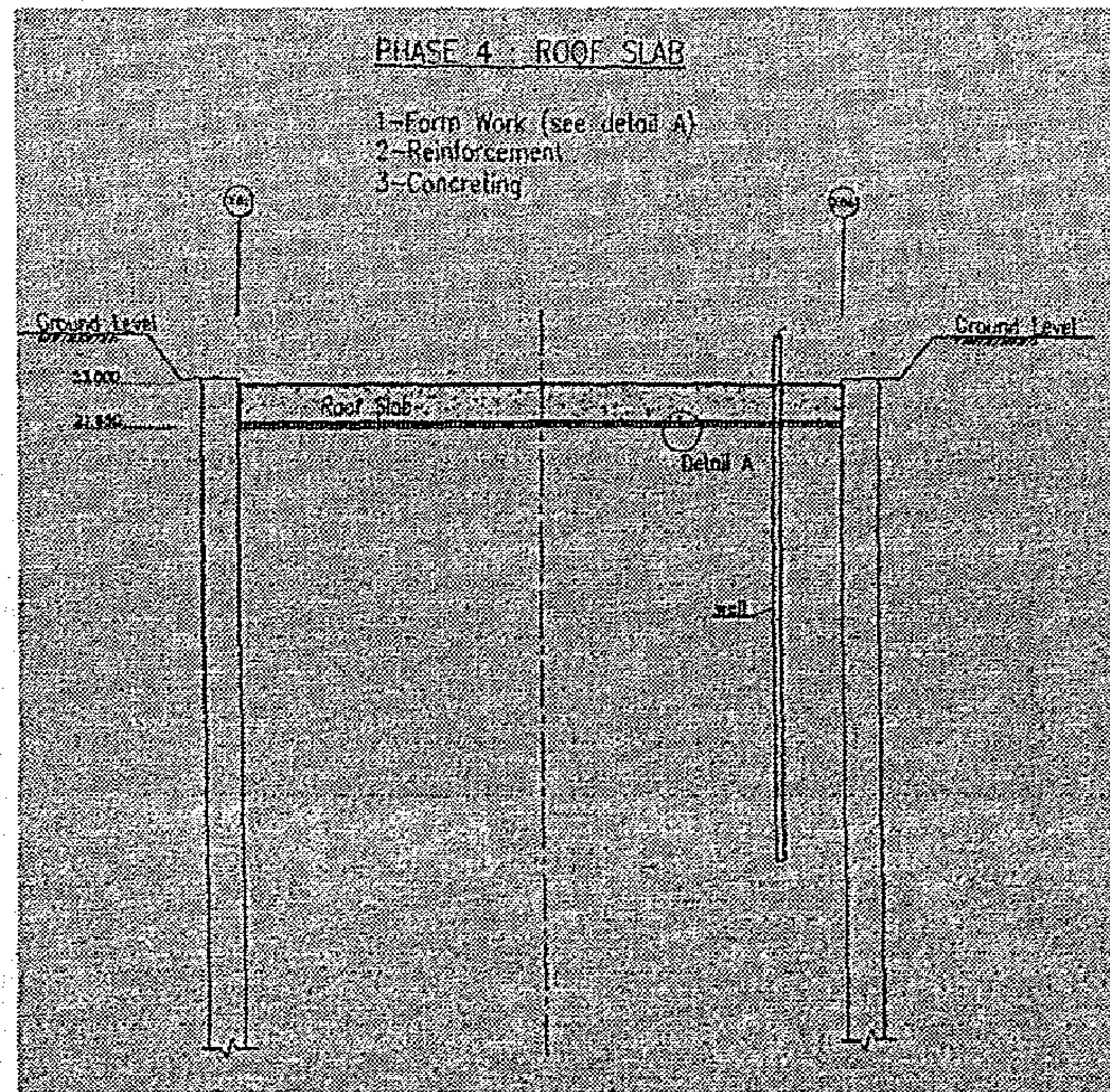
٢ – عمل اختبار الضخ للتحقق من كفاءة طبقة الحقن .

يرجي الرجوع الي طريقة الحقن آخر هذا الباب .



المرحلة الثالثة :

١ – بدء أعمال الحفر بين الحوائط حتي منسوب قاع البلاطة العليا (السقف) للمحطة.



المرحلة الرابعة :

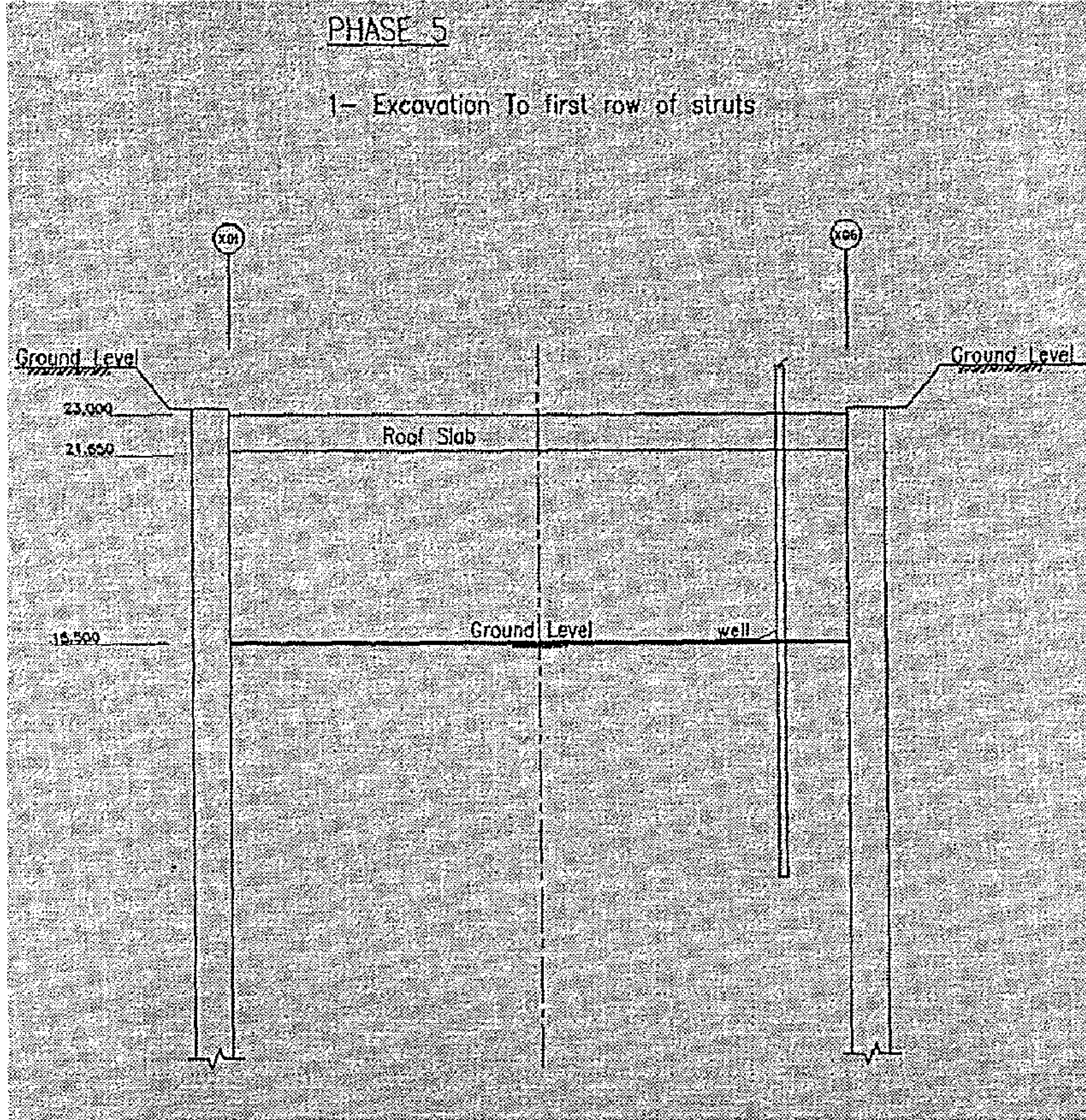
١ – تجهيز شدة السقف العلوي :

فرشة أفقية عبارة عن طبقة خليط من ١٥ سم رمال + أسمنت مـدموك .

تغطي هذه الطبقة بألواح ويزافورم الخشبية لتكون سطحا أفقيا و أملس .

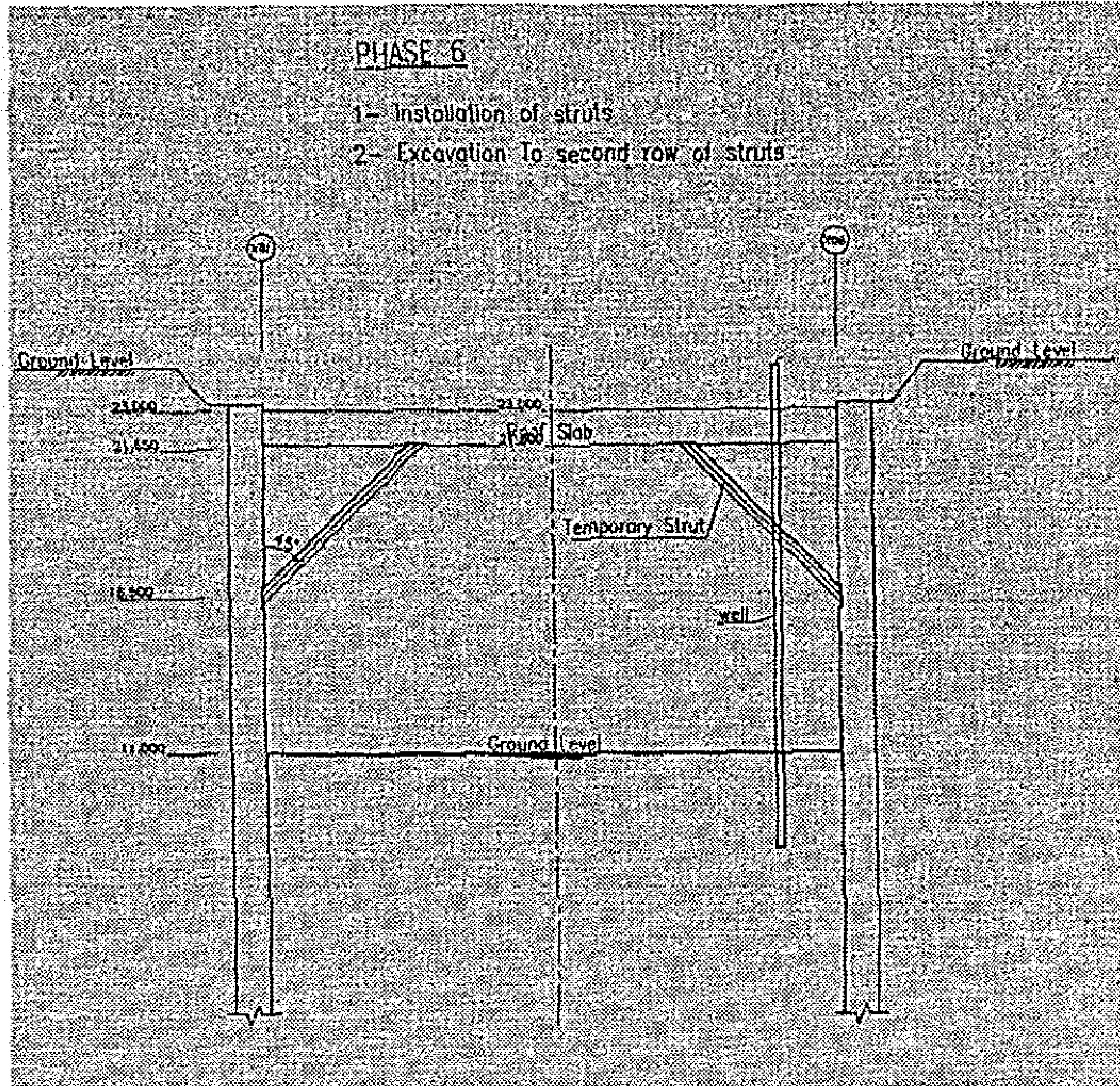
٢ – نبدأ أعمال حديد التسليح اللازم للسقف .

٣ – يتم صب بلاطة السقف العلوي وعمل المعالجة المطلوبة .



المرحلة الخامسة :

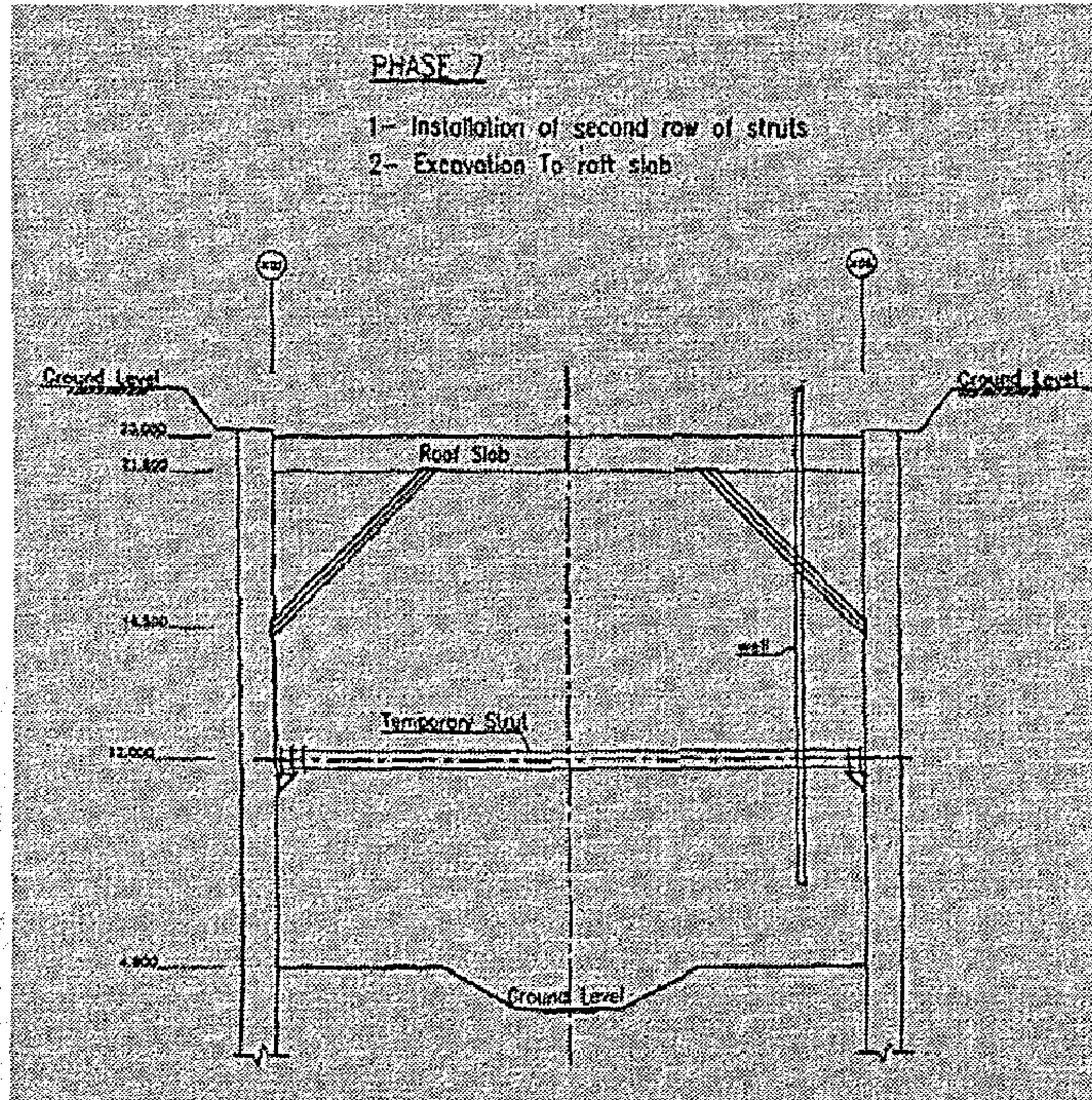
١ – الحفر حتي منسوب أول صف من الدكم .



المرحلة السادسة :

١ - تركيب الدكم المعدنية لسند حوائط الديافرام .

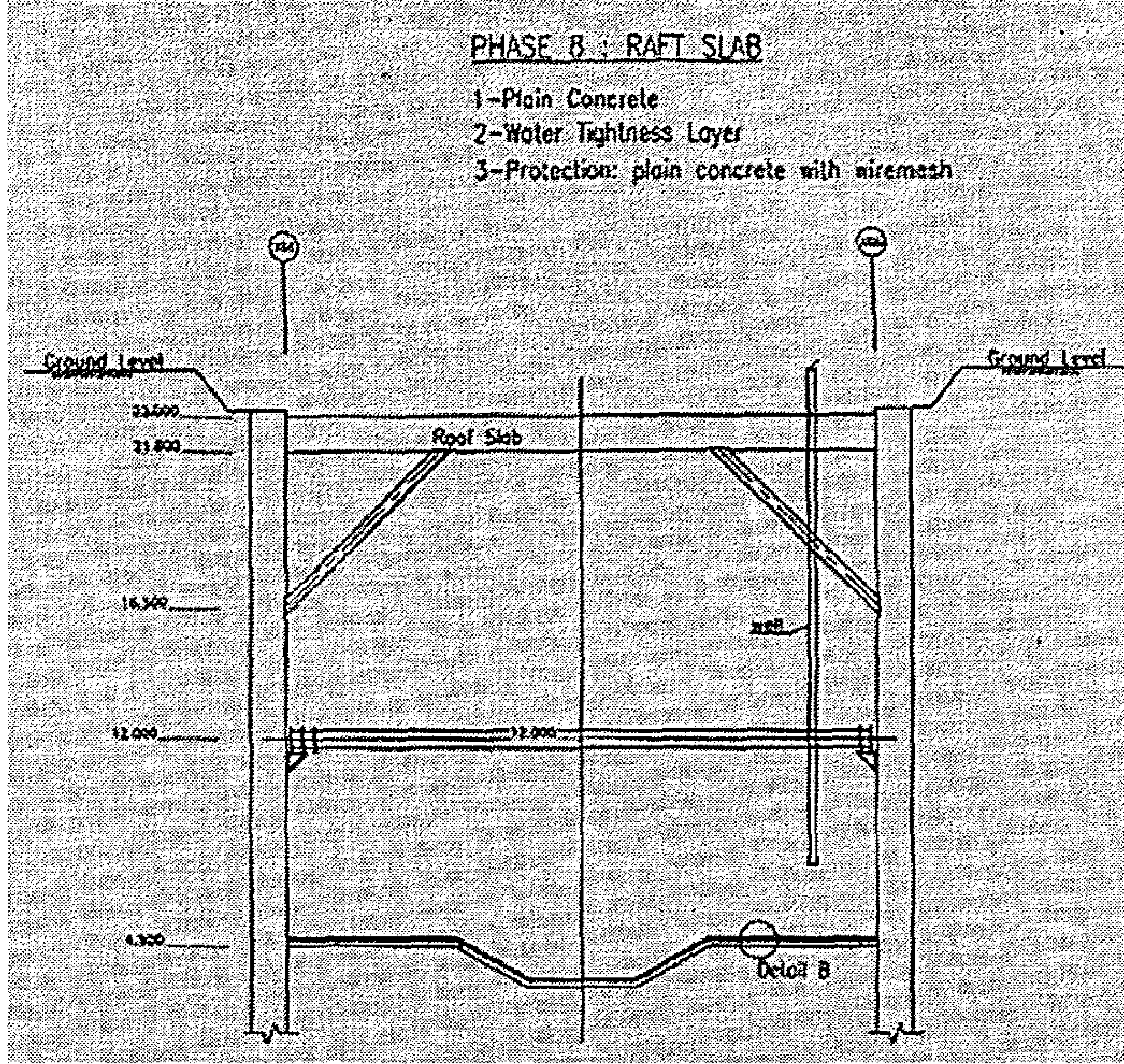
٢ - استكمال الحفر حتي منسوب الصف الثاني من الدكم .

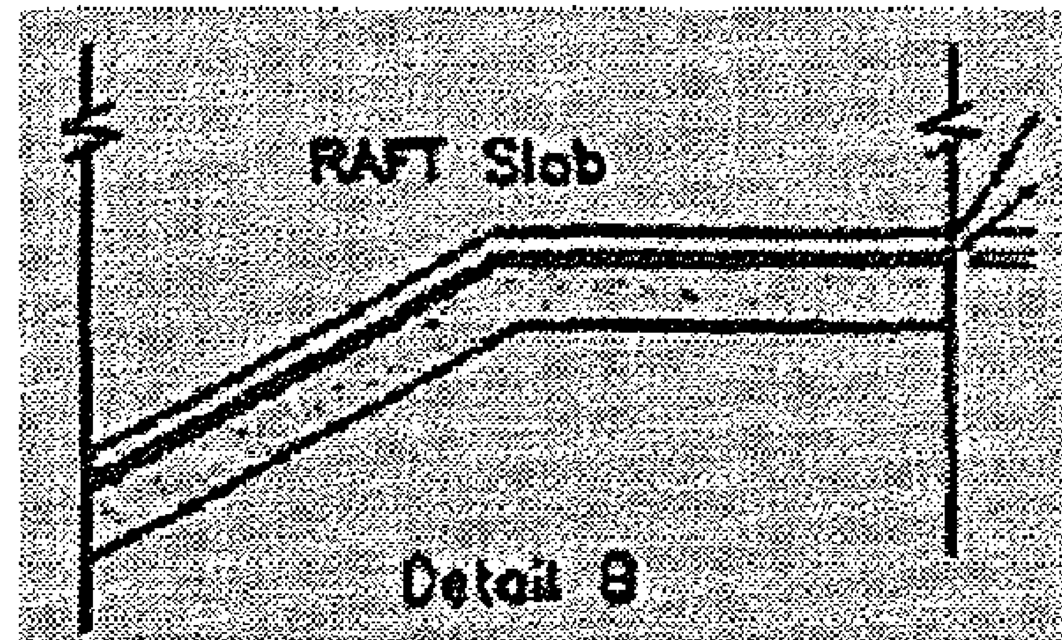


المرحلة السابعة :

١ – تركيب الصف الثاني من الدكم .

٢ – استكمال الحفر حتي منسوب البلاطة المسلحة .





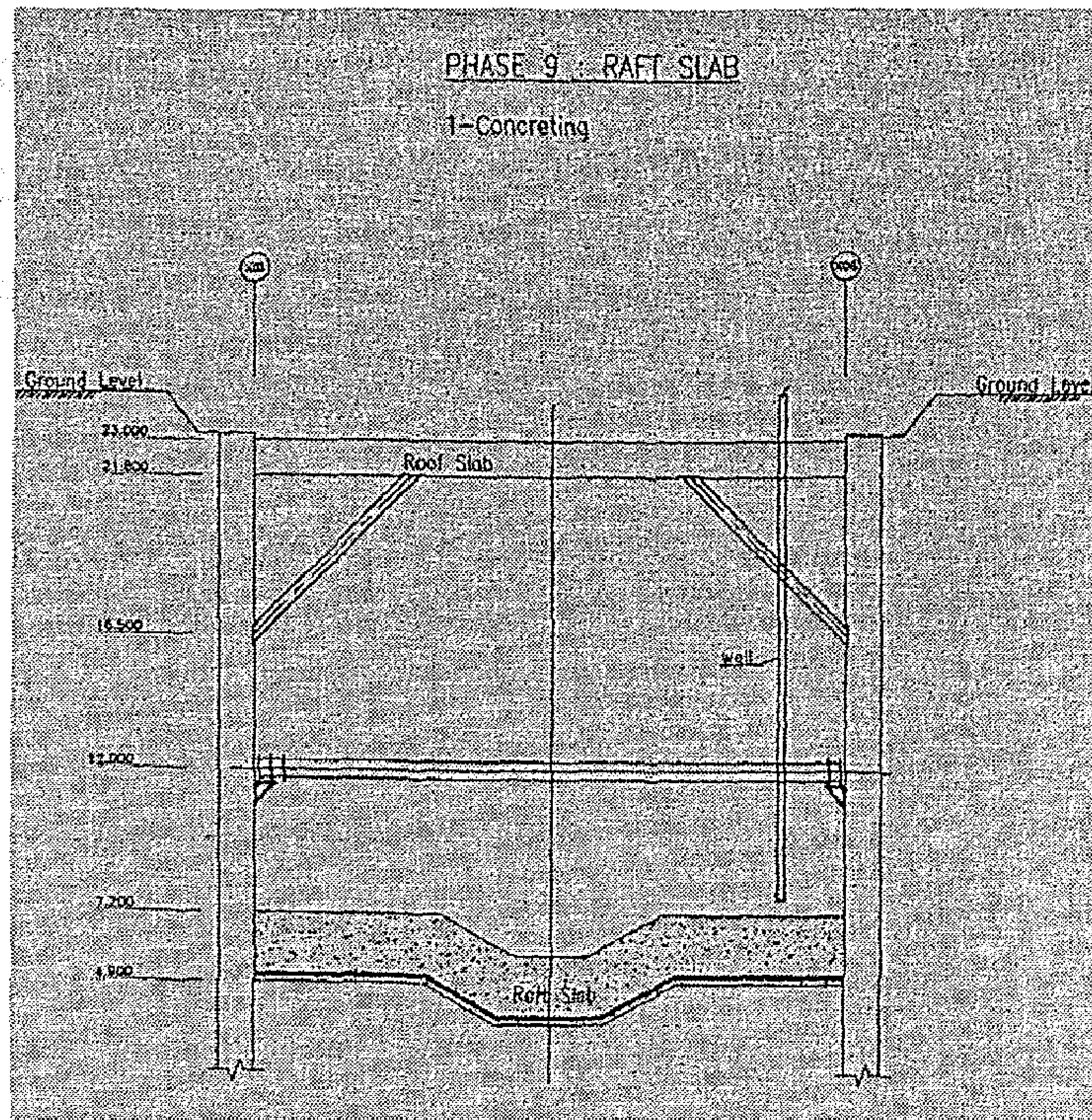
تفاصيل الأرضية

المرحلة الثامنة :

١ – صب طبقة الخرسانة العادية أسفل الأرضية .

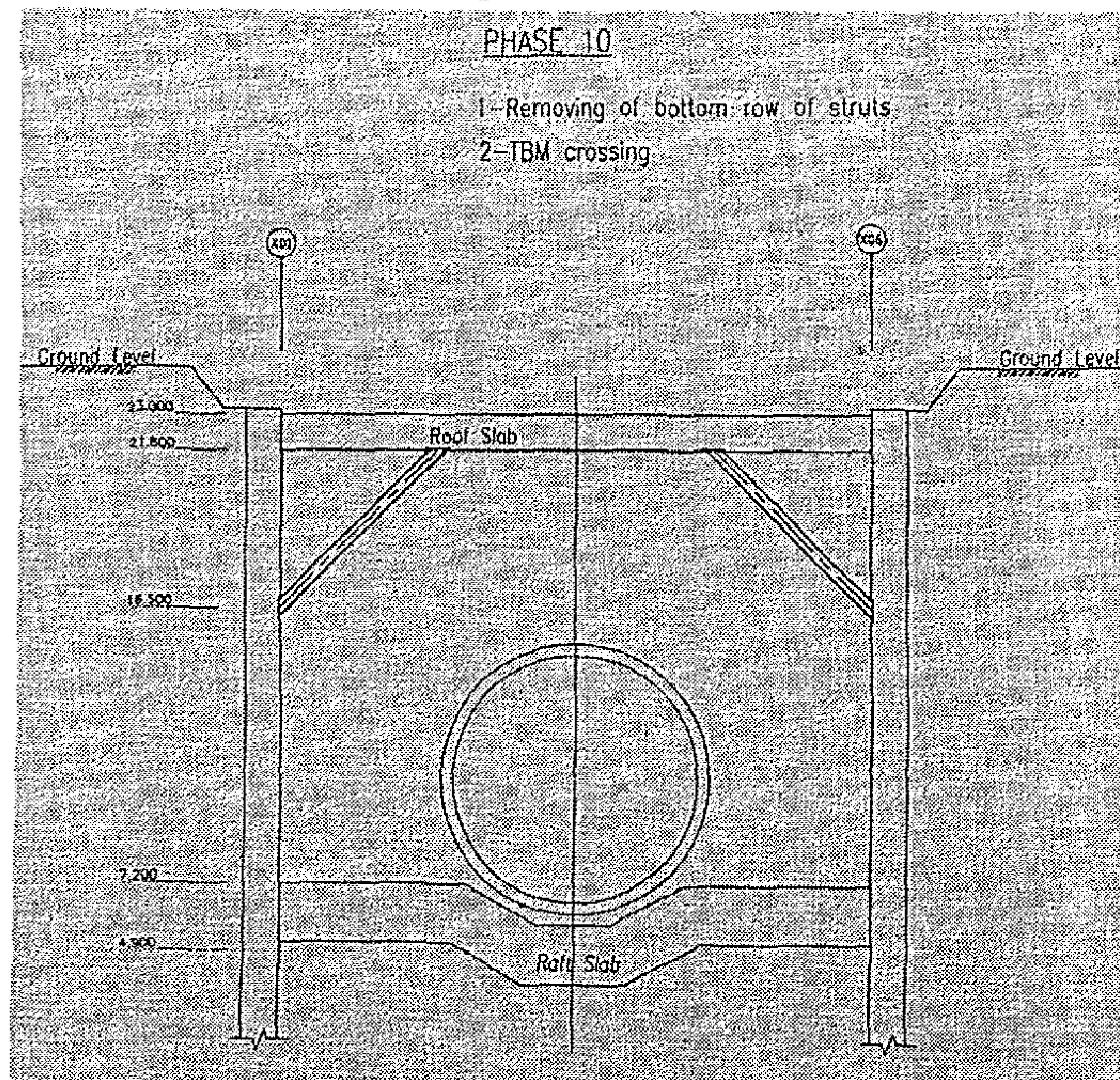
٢ – وضع وتركيب طبقات العزل واختبارها .

٣ – صب طبقة خرسانية مسلحة تسليحا خفيفا حماية لطبقات العزل .



المرحلة التاسعة :

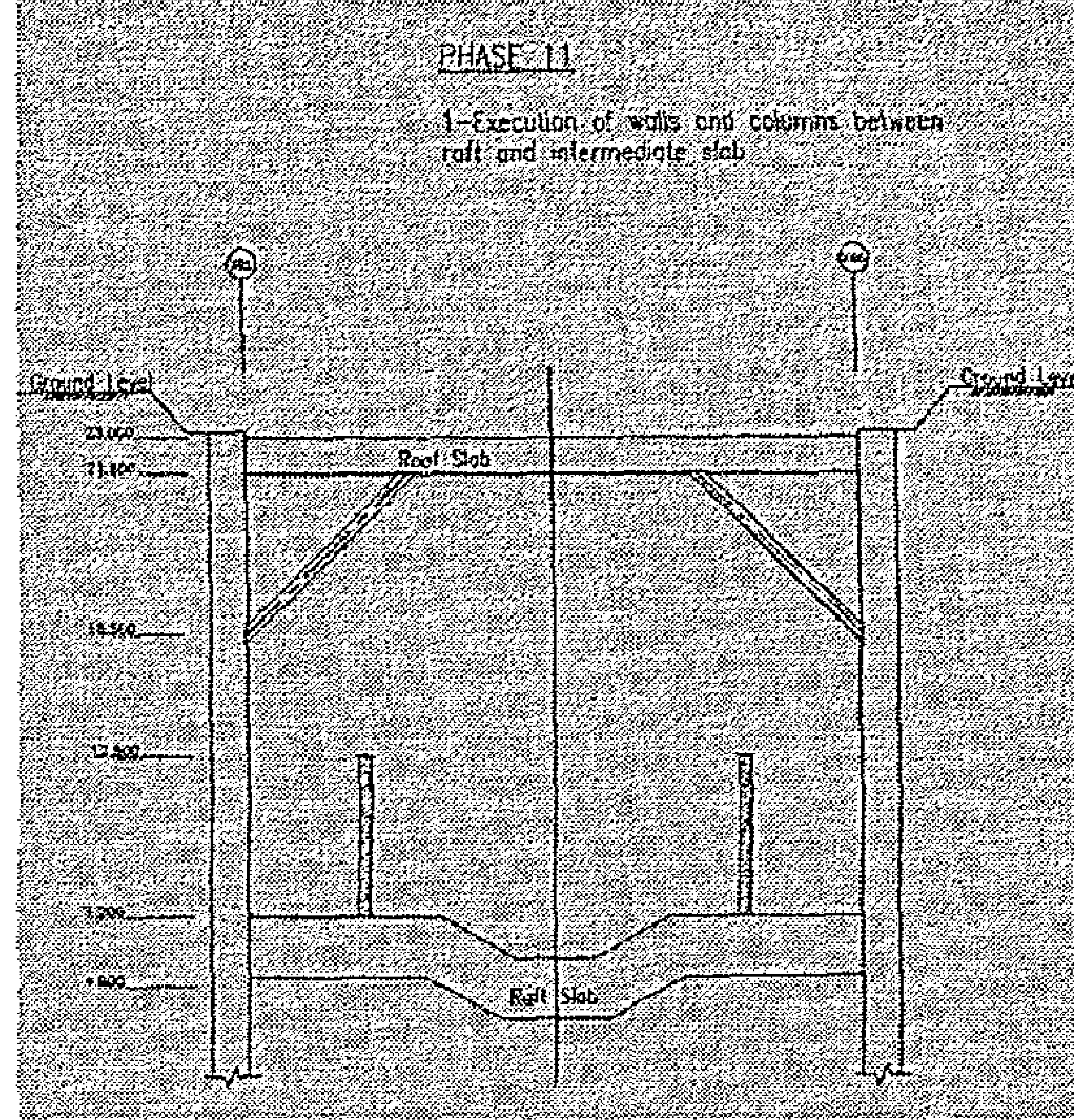
١ - صب الخرسانة المسلحة للبلاطة السفلي للمحطة .



المرحلة العاشرة :

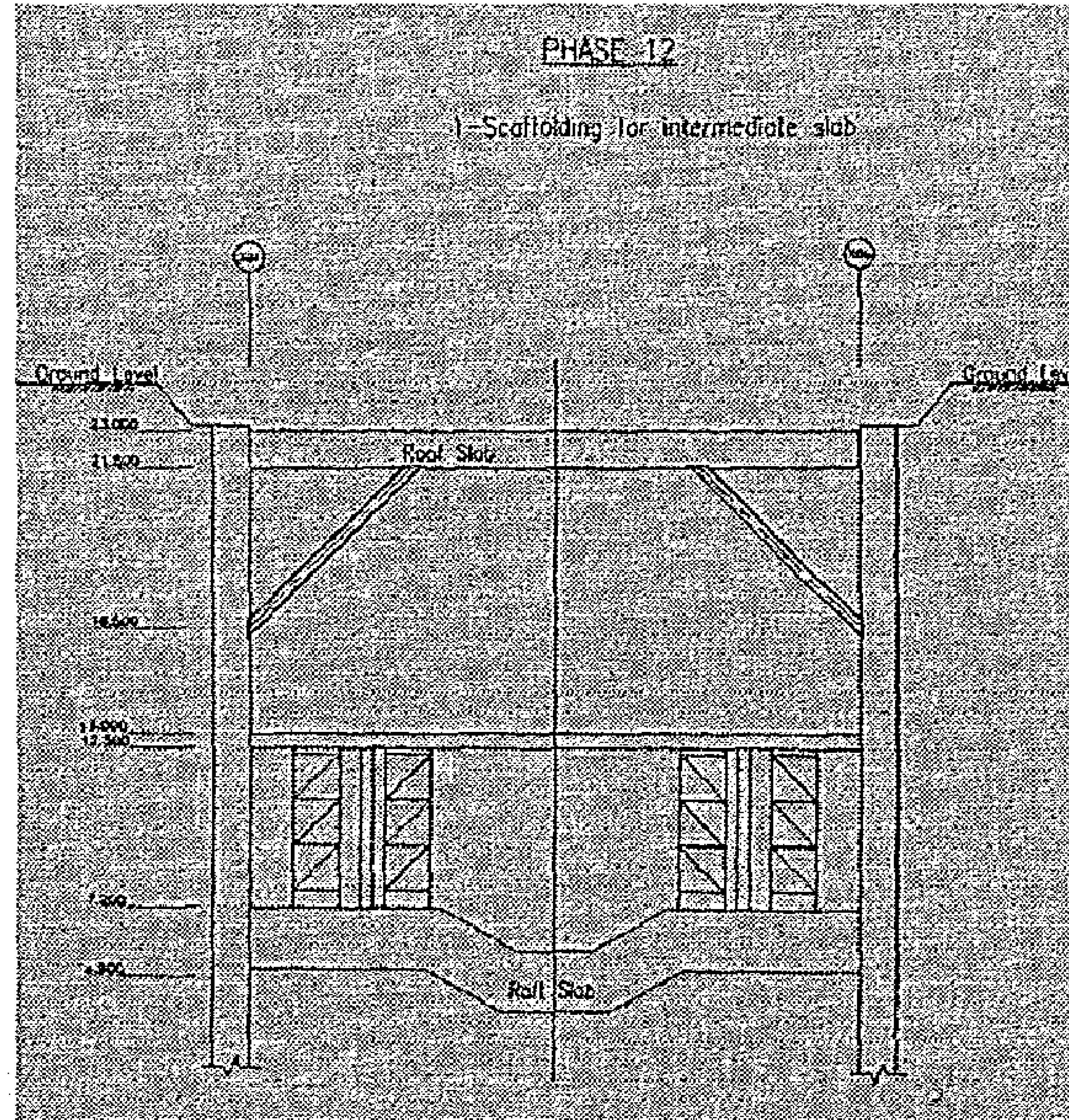
١ - أزالة الصف الثاني للدكم للسماح بالحركة لمعدة حفر النفق .

٢ - تركب وتجهيز معدة حفر النفق لبدأ العمل .



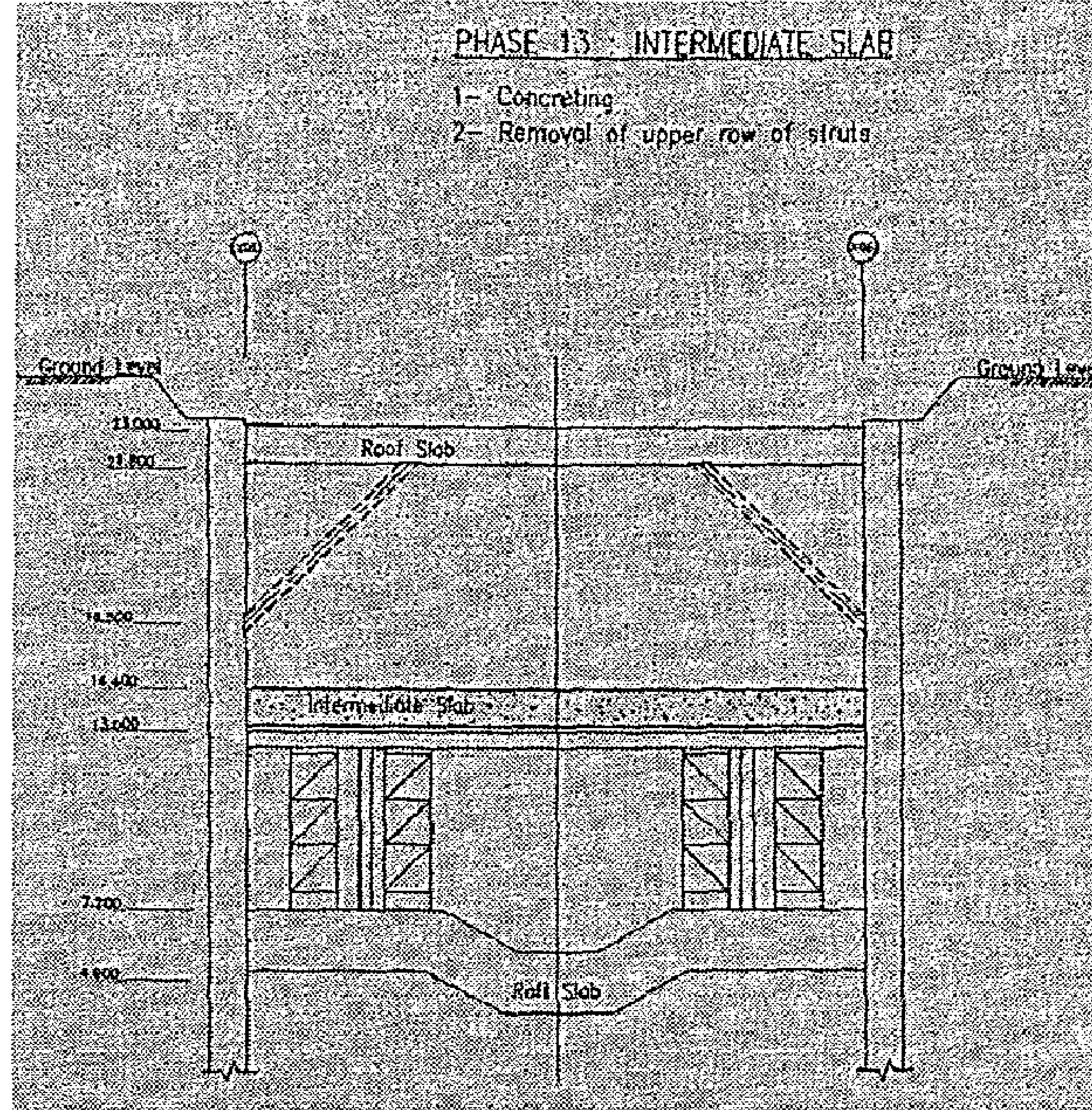
المرحلة الحادية عشر :

١ - أنشاء الحوائط الداخلية والأعمدة الخرسانية الموجودة بين حصيرة الأرضية و السقف الأوسط .



المرحلة الثانية عشر :

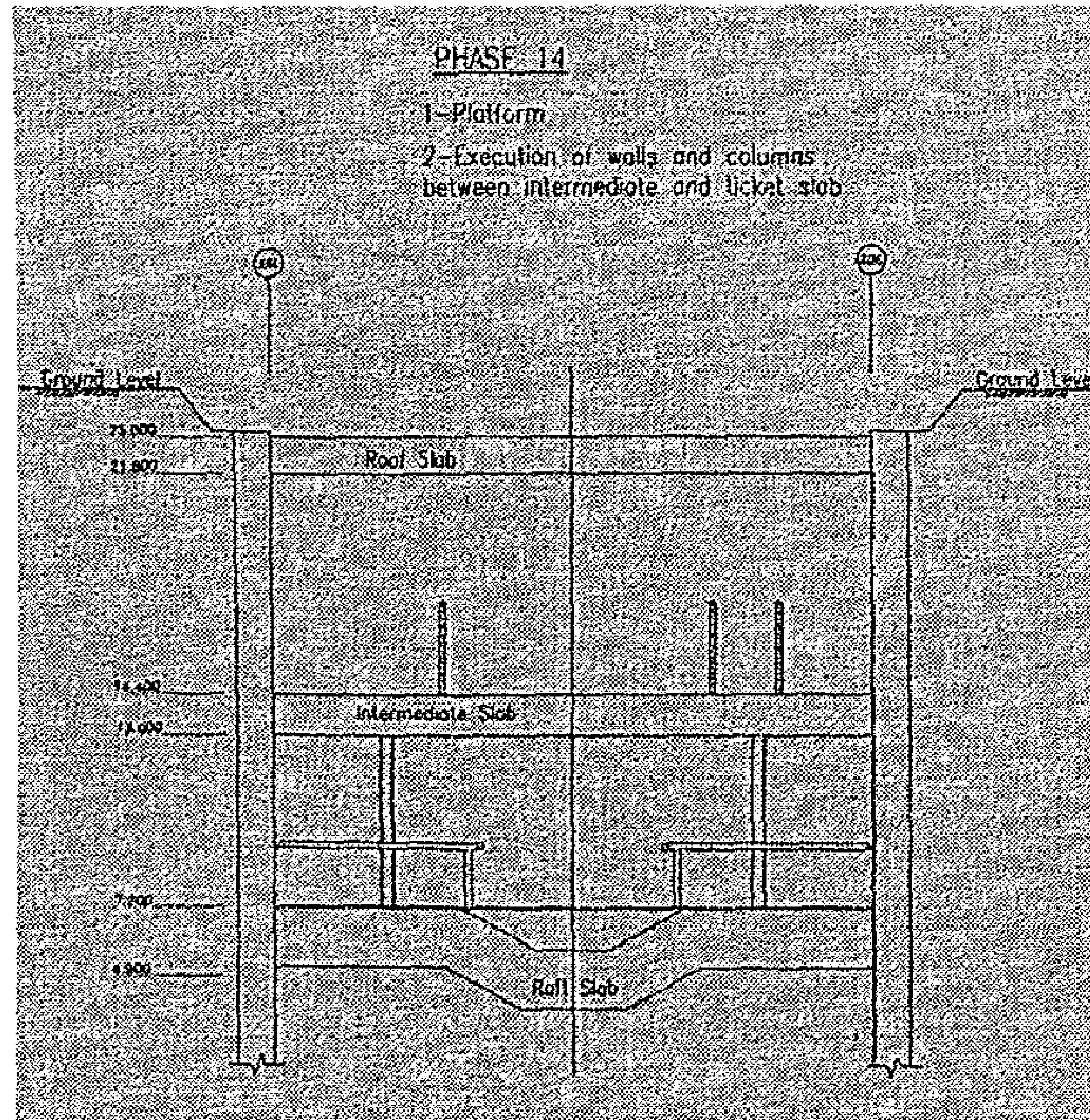
١ - تجهيز وعمل الشدات لزوم السقف الأوسط .



المرحلة الثالثة عشر :

١ - صب بلاطة السقف الأوسط .

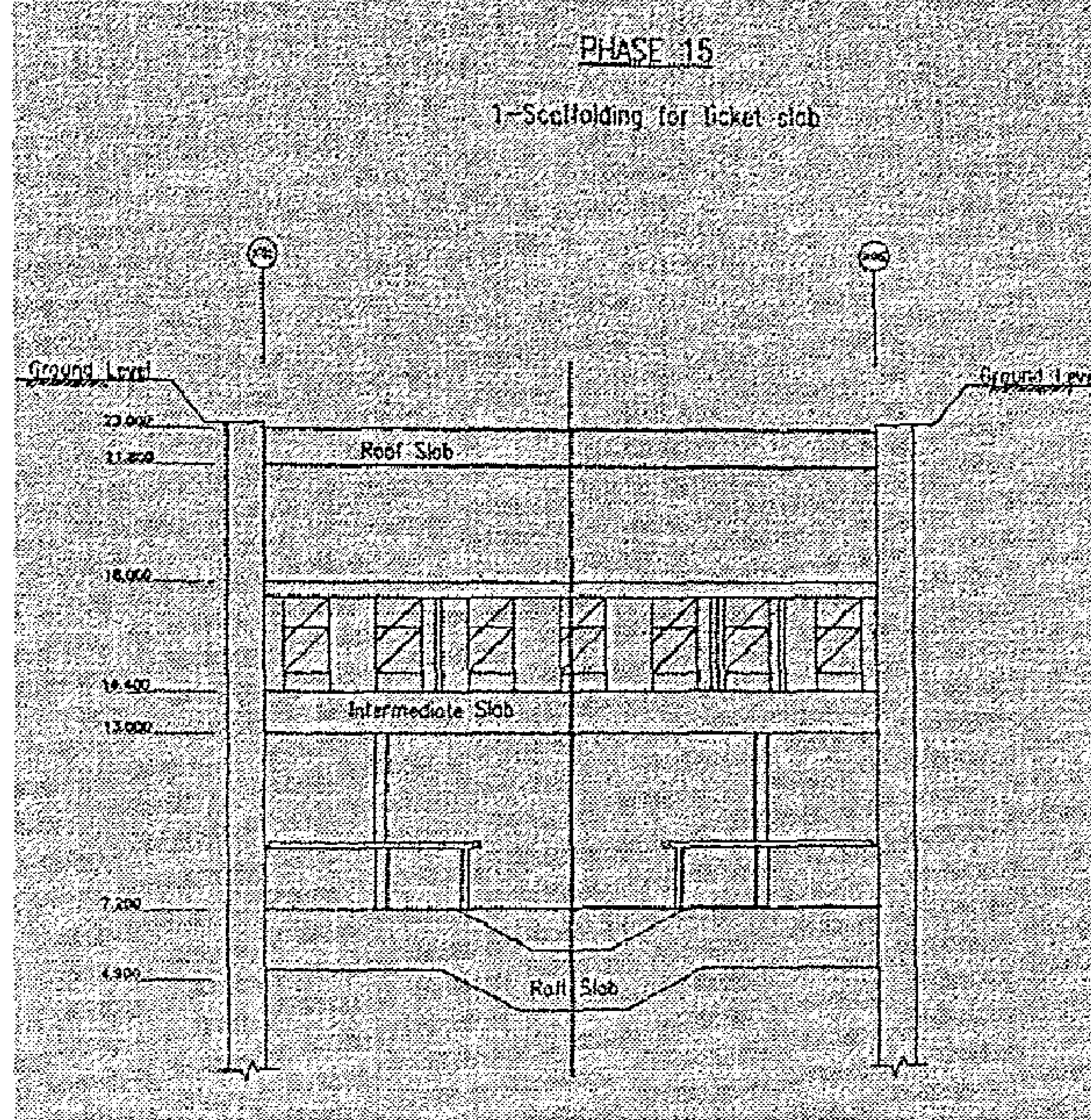
٢ - أزالة صف الدكم العليا .



المرحلة الرابعة عشر :

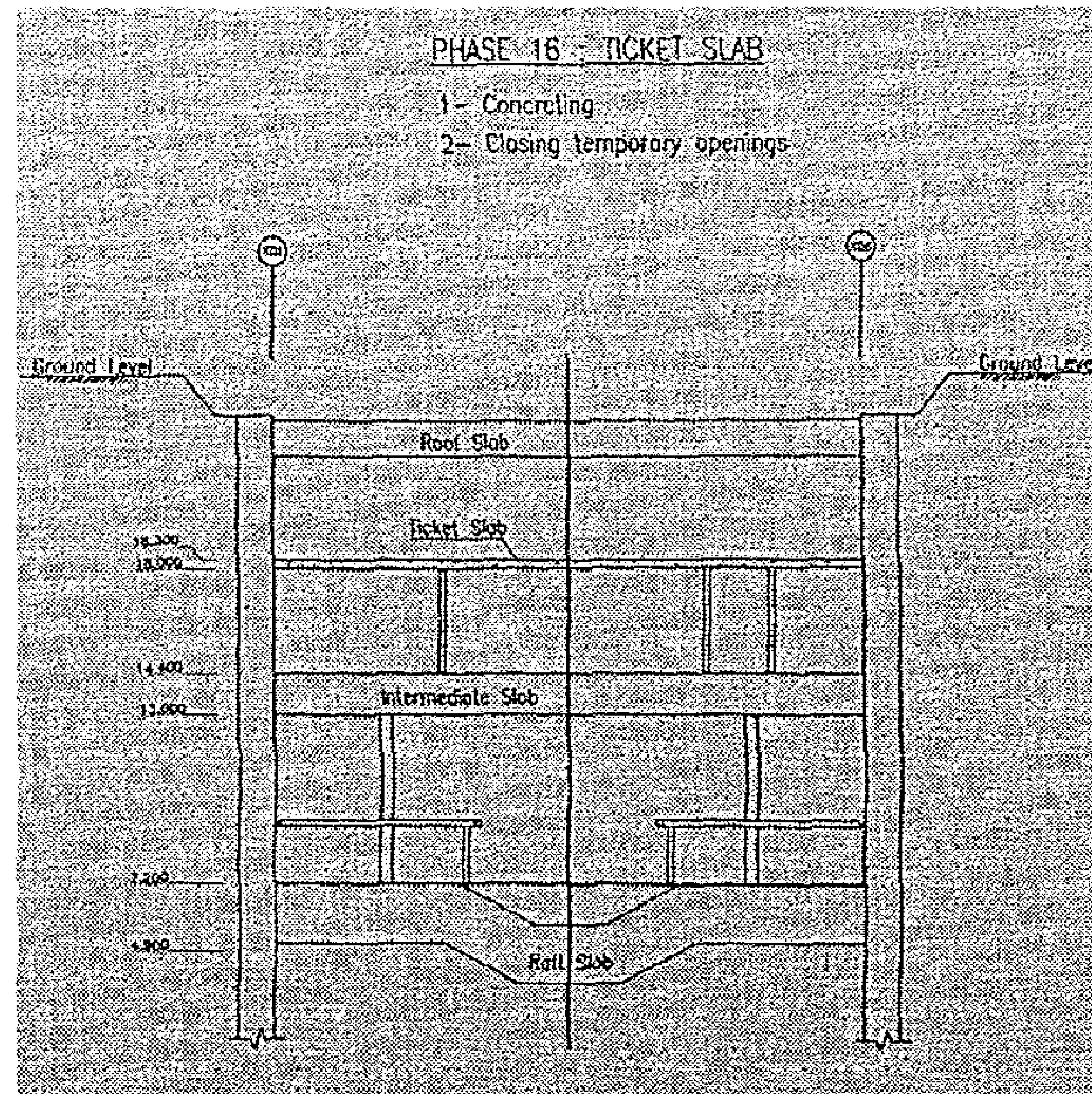
١ – أنشاء الأرصفة بالمحطات .

٢–أنشاء الحوائط والأعمدة المسلحة بين السقف الأوسط وبلاطة سقف قطع التذاكر



المرحلة الخامسة عشر :

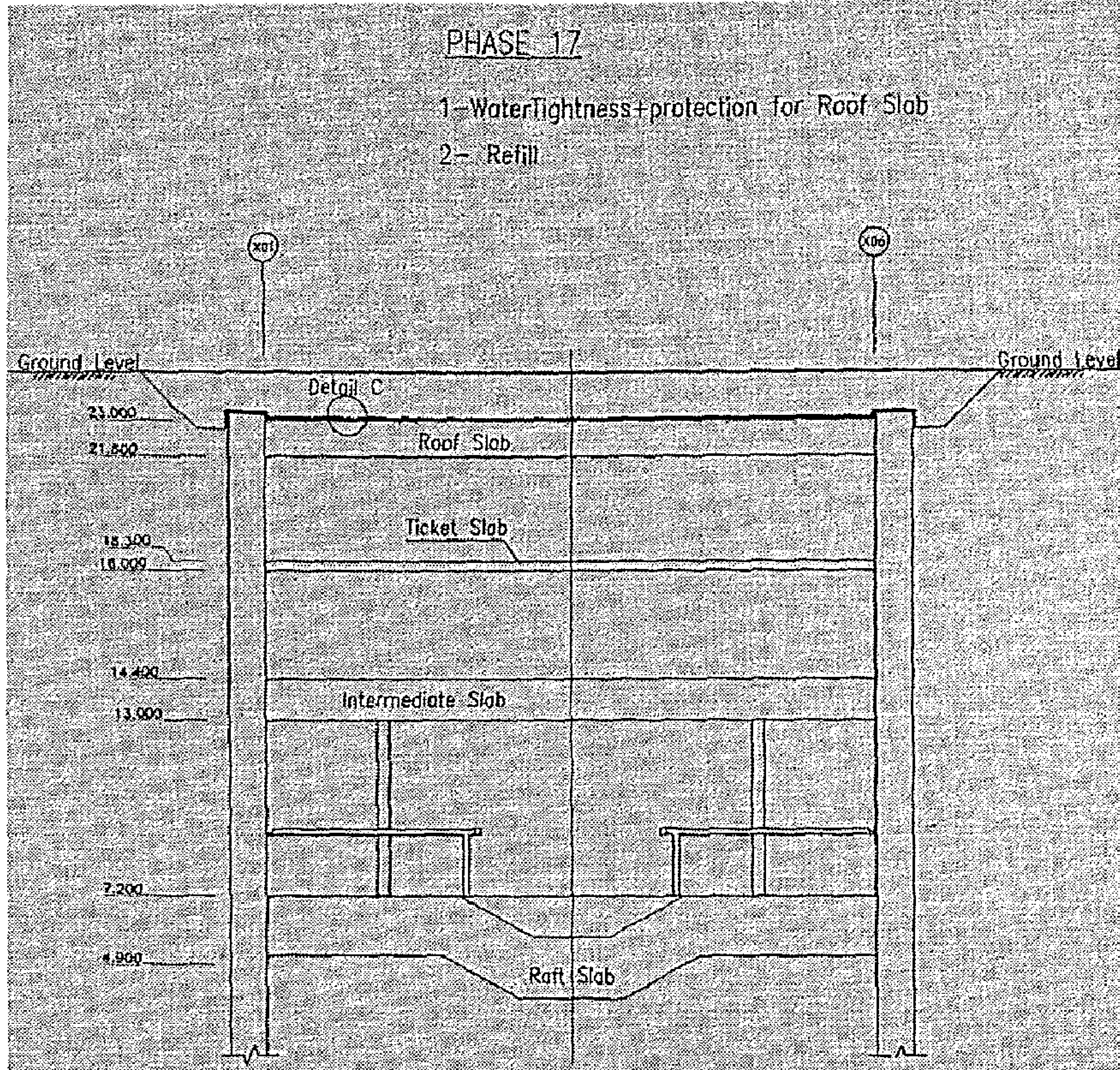
١ – عمل الشدات لسقف مكان قطع التذاكر .



المرحلة السادسة عشر :

١ – صب الخرسانة المسلحة لسقف مكان قطع التذاكر .

٢ – سد الفتحات المتواجدة بالسقف مثل فتحة نزول المعدات ...

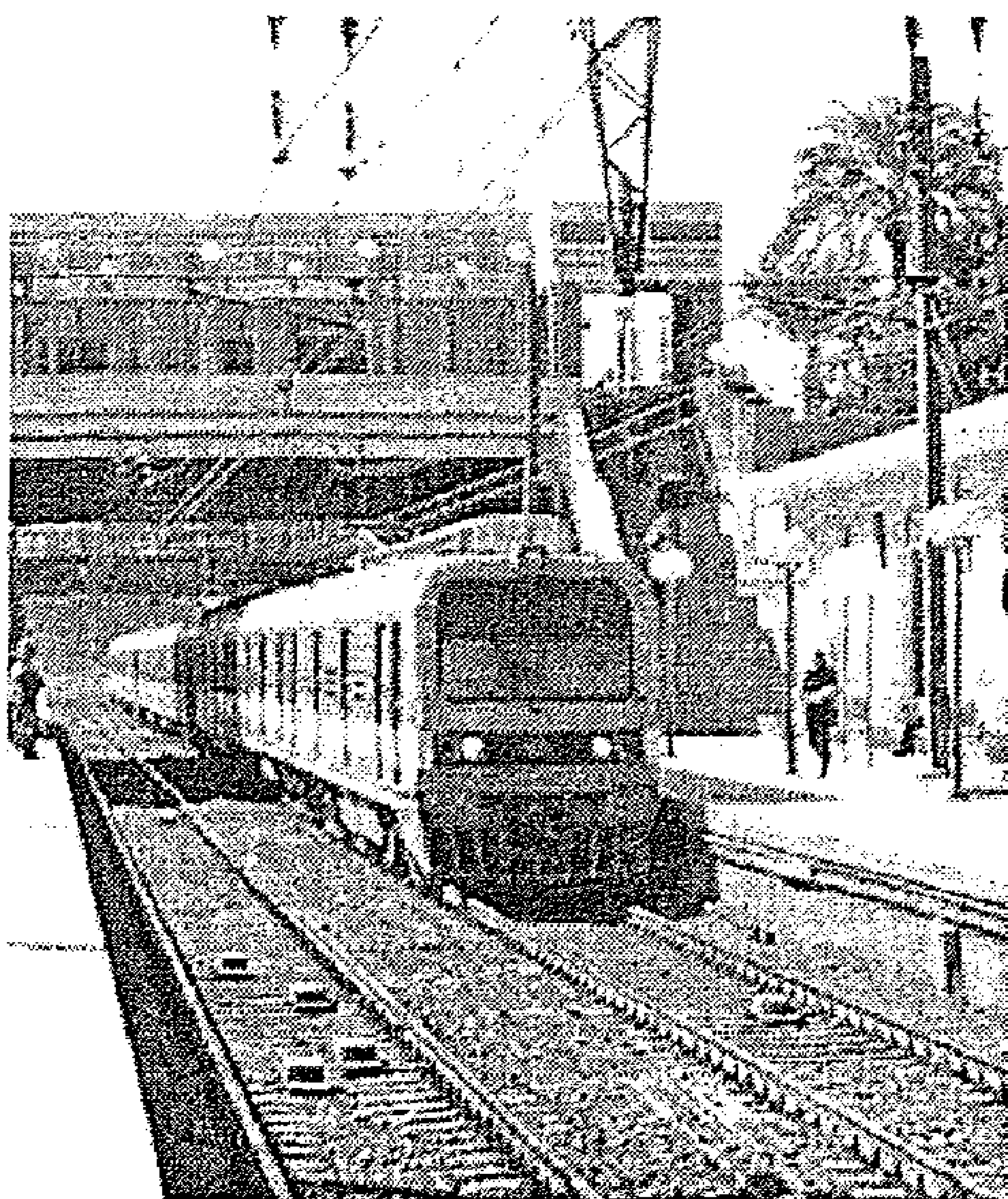


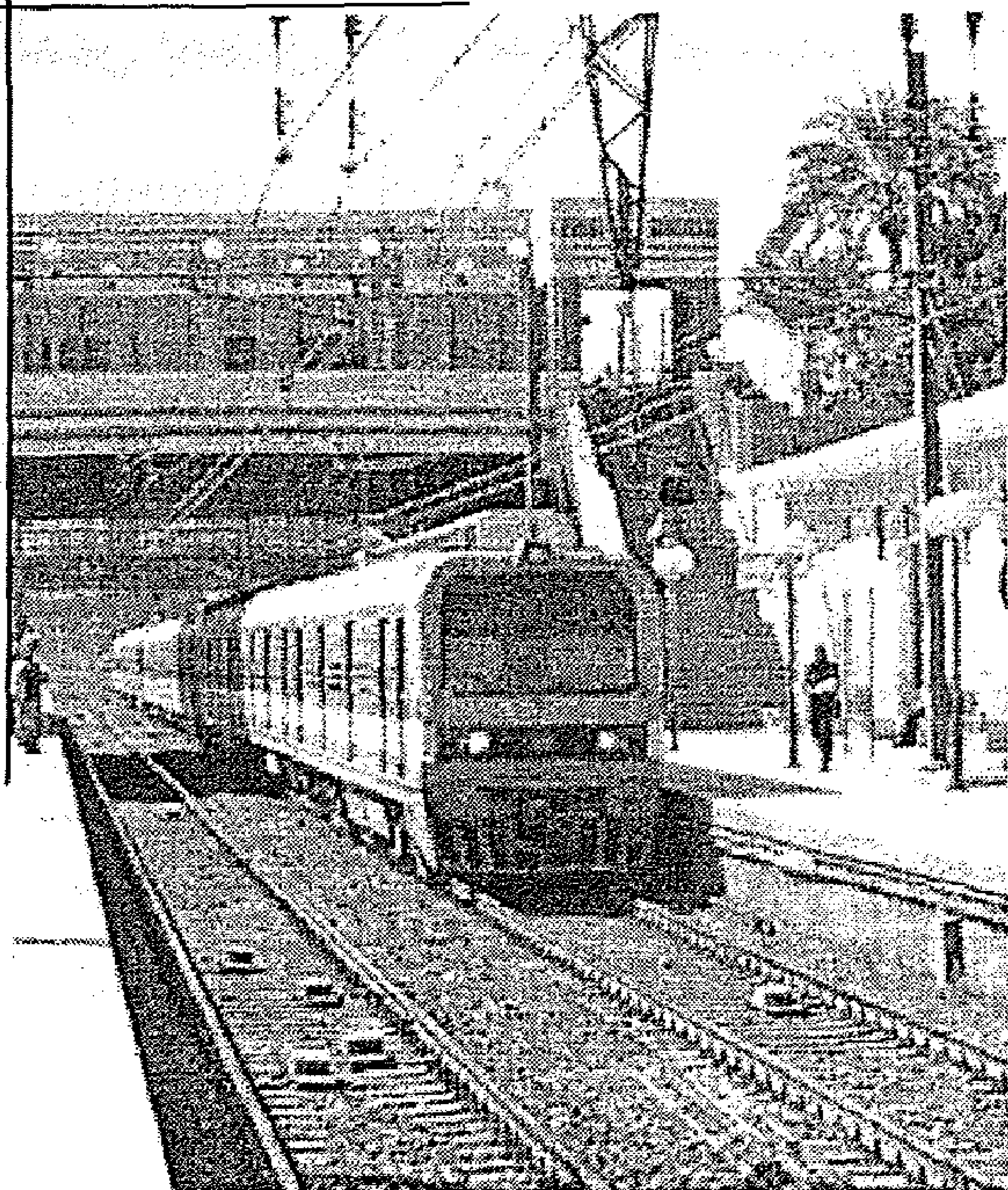
شكل (٧) تتابع تنفيذ محطات مترو الأنفاق

المرحلة السابعة عشر :

١ – عزل السقف النهائي ضد رشح المياه .

٢ – الردم والتسوية ورفع المخلفات .





الباب الثانى عشر

خطوات تنفيذ أعمال حقن التربة

خطوات تنفيذ أعمال حقن التربة

(الحقن بمحلول الأسمنت والبنتونيت - الحقن بالجل الطرى)

Method Statement of B/C Grouting & Soft Gel Grouting

مقدمه :

تهدف عملية حقن التربه إلى غلق الفراغات بين حبيبات الرمل حتى يمكن سحب المياه من داخل المحطه بغرض تنفيذ أعمال الحفر فى الحاله الجافه ولتجنب هبوط منسوب المياه الجوفيه خارج المحطه وأسفل المنازل المجاوره للمحطه . توضح الخطوات التالية الإجراءات التى يجب إتباعها لتنفيذ أعمال حقن التربة باستخدام الحقن بالأسمنت أو الحقن الطري + البنتونايت Cement Grout - Soft Gel & Bentonite طبقاً للمواصفات الفنية والرسومات التصميمية والتنفيذية للوصول إلى الجودة المطلوبة فى تنفيذ الأعمال .

تتم عملية الحقن على ثلاث مراحل :

- الحقن بمحلول الأسمنت والبنتونيت B / C
- الحقن بمحلول SOFT GEL
- مرحلة التحكم وتحليل النتائج وإعادة الحقن فى بعض النقاط بمحلول SOFT GEL أو B / C

تعليمات التشغيل :

المرحله الأولى Cement Bentonite Mixture

تهدف عملية الحقن بمحلول الأسمنت والبنتونيت الى ما يلى :

- تحسين إلتصاق التربه بالحوائط.
- تثبيت الجلب Sleeves فى أماكنها.
- تقليل مسامية التربه.
- نسبة ال B / C فى حدود ١٣ % – ٢٠ % من حجم التربه المحقونه.

مكونات خلطة الـــــ B /C

بنتونيت	أسمنت	مياه	ملدن
٣٥ كجم / م٣	٢٥٠ كجم / م٣	٩٠٠ لتر / م٣	١,٥ لتر / م٣

خواص محلول الـــــ B / C

- وزن وحـــــدة الحجوم = ١,١٩٨ طن / م ٣
- اللزوجه = ٤٠ – ٥٠ ثانيه
- زمن الشك الإبتدائى = ١٦ ساعه

المرحله الثانيه Silica Gel Treatment :

- تهدف هذه المرحله إلى ملء فراغات الترب ه بحيث تكون نسبة الحقـــن = ٣٥ – ٤٠ % من حجم التربه الكلى .

مكونات محلول Soft Gel

α = بيكربونات صوديم / سيليكا.

β = مياه / سيلكا.

- يلاحظ أن زيادة α تعطى زمن شك قليل ومقاومه عاليه وعلى العكس β.
- سيليكات صوديم ١٤٠ لتر
- محلول البيكربونات ٣٧٠ لتر
- بيكربونات بودره ١٨ كجم
- مياه ٤٩٠ لتر

خواص محلول Soft Gel :

- اللزوجه > ٣٢ ثانيه
- زمن الشك > ٦٠ دقيقه
- وزن وحدة الحجوم ١,٠١٨ طن / م٣
- العمر الإفتراضى للمحلول فى حدود عامين

المرحله الثالثه : Control Grouting With B / C or Silica Gel

- يتم تحليل نتائج الحقن فى المرحله الأولى والثانيه بهدف الحصول على معلومات حقيقيه عن التربه المحقونه نظراً لتفاوت قطاعات التربه فى بعض المناطق عما هو موجود بتقرير الجسات.
- إذا كانت كمية الحقن طبقاً للكميه النظريه ولكن ضغط الحقن أقل من الضغط النظرى فهذا يعنى أن التربه يمكنها قبول كميه اخرى من الحقن.
- إذا كان ضغط الحقن طبقاً للضغط النظرى ولكن كمية الحقن أقل من الكميه النظريه فهذا يعنى أيضاً أن التربه يمكن أن تقبل كميه أخرى من الحقن.

رابعا : خطوات التنفيذ Work Procedures

مرحلة إعداد المنطقه للعمل Preparation of the Working area :

- يتم إزالة وتحويل جميع المرافق قبل البدء فى العمل .
- رصف الموقع وتحديد منسوب الرصف ورفع الموقع مساحياً.

مرحلة اعمال التخريم Implementation of the drilling :

- توقيع نقط التخريم جيداً قبل البدء.
- توضع أرقام نقط التخريم والمحاور على طبقات الرصف.
- يستخدم المحفر الدوار مع محلول البنتونيت للنزول للأعماق المطلوبه مع المحافظه على التربه من التهييل.
- عند الوصول إلي العمق النهائي يستبدل محلول البنتونيت بمحلول ال B / C
- يتم فتح ال Sleeves بواسطة ال Packer عند ضغط ١٠٠ بار (١٠٠ Bar)
- يرسل محلول ال B / C خلال مواسير الحقن
- يتم إيقاف الحقن عند الوصول إلي:
- كمية الحقن للجلبه الواحده = (٢٠٠ – ٢٥٠ لتر)
- أوأقصى ضغط الحقن يصل إلى ٢٠ Bar
- سمك الطبقه المحقونه فى المحطات الأساسيه من ٧ إلى ٧,٥ متر وفى المخارج والمداخل Accesses فى حدود ٢–٣ متر

خامساً : طريقة الحقن Grouting Method :

- يتم الحقن على هيئة عمليات خطيه بدءاً من إحدى الجوانب وإنتهاء إلى الجانب الأخر.
- تستمر عملية الحقن فى كل Sleeve حتى نصل إلى إحدى الخاصيتين الأتيتين :

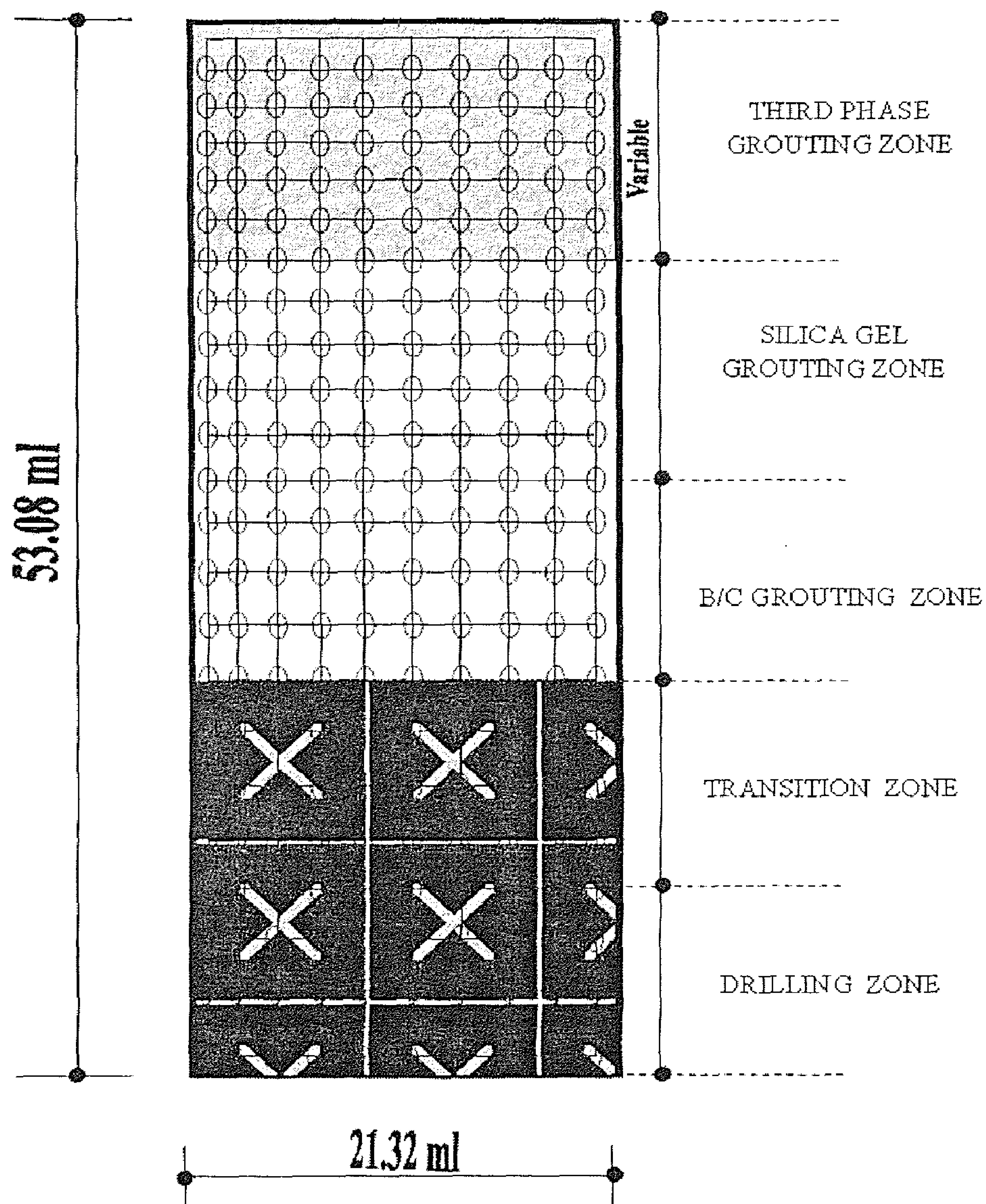
[١]أقصى كميه حقن ٢٠٠-٢٥٠ لتر .

[٢]أقصى ضغط حقن عند أقل معدل حقن .

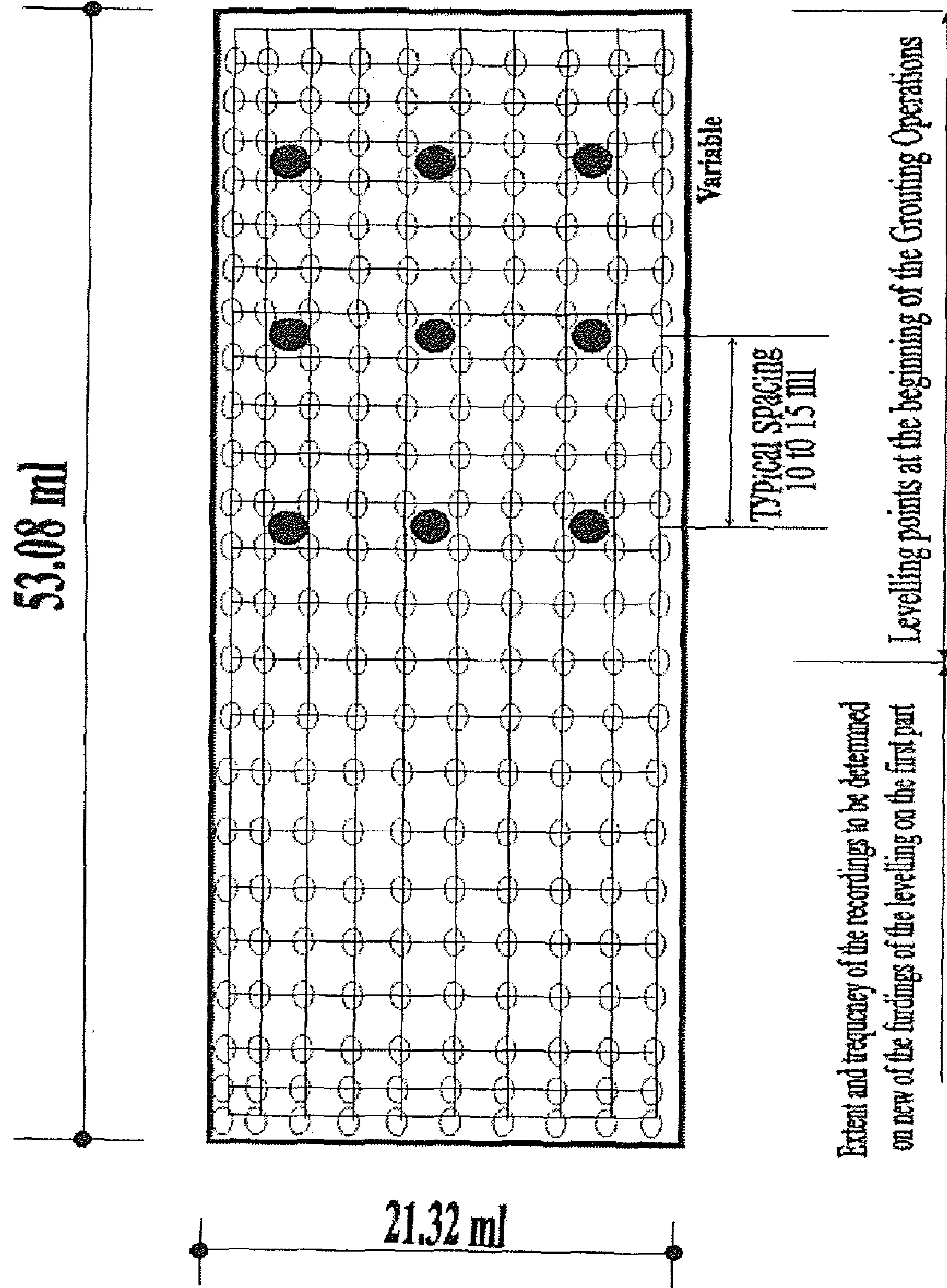
- يبدأ الحقن بفتح الجلبه بضغط فى حدود ١٠٠ Bar ثم يستمر الحقن حتى نصل إلى معدل الحقن المطلوب مع إستمرار ضغط الحقن بصفه دائمه أقل من ٢٠ بار .
- مدة الحقن لا تزيد عن دقيقه واحده ويتم تسجيل أقصى ضغط عند أقل معدل حقن .

أمثلة علي حقن التربة :

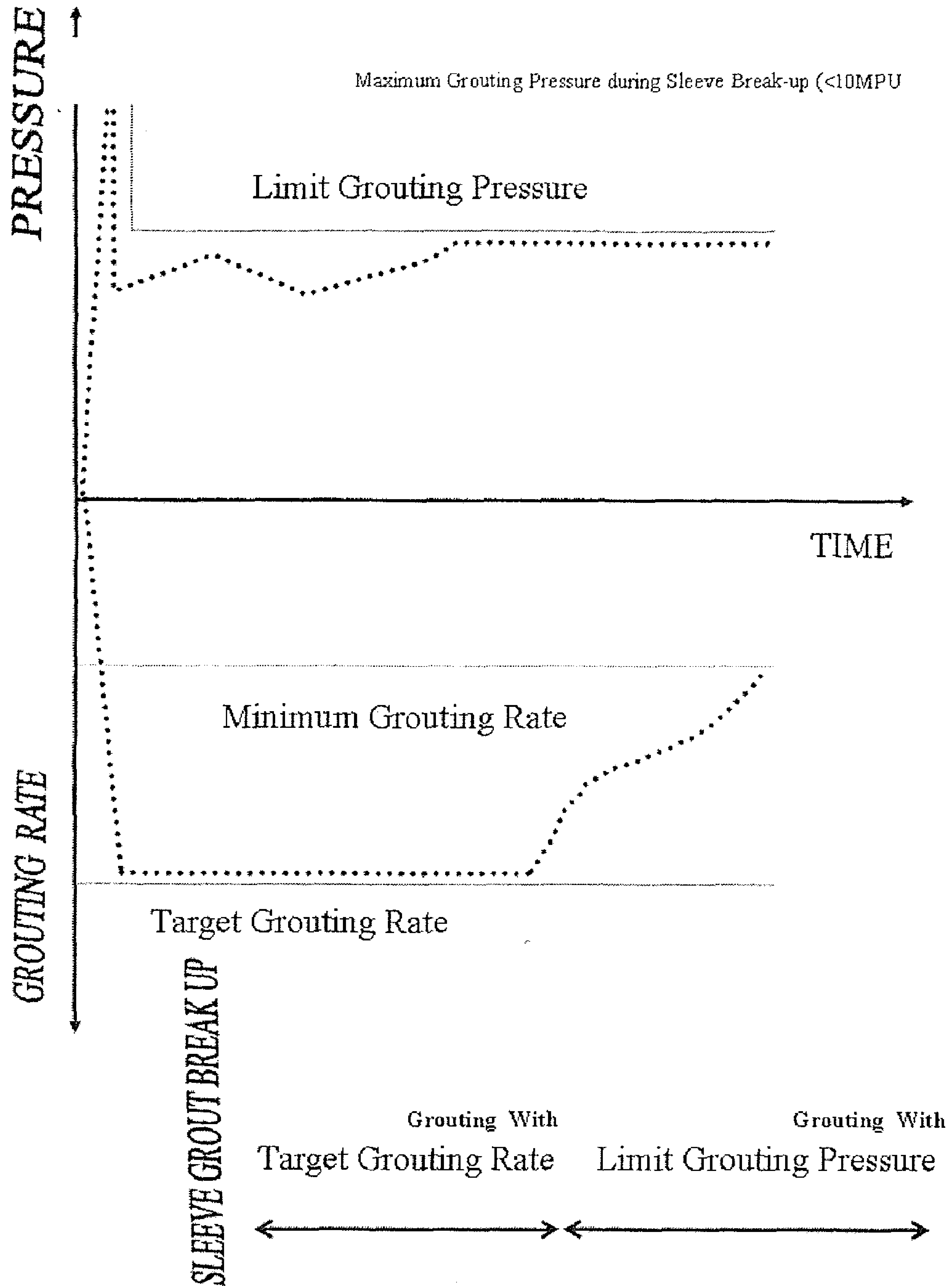
OUTLINE EXAMPLE OF GROUTING PROGRESS ON ONE BOX



DISTRLBUTION OF LEVEL POINTS OUTLINE
EXAMPLE FOR ONE BOX



LEVEL POINT ON WORKING PLATFORM



GROUTING PRESSURE AND GROUTING RATE

VERSUS TIME (Typical Example)

خصائص الحقن فى المراحل الثلاث

المرحلة الأولى B /C GROUT

معدل الحقن	أقصى معدل حقن	أقصى ضغط حقن	أقصى كمية حقن
٨٠٠ لتر / ساعة	٤٠٠ / لتر ساعة	٢٠ ذراع	٢٠ % من بحجم التربة

المرحلة الثانية "حقن ابتدائى" Soft Silica Gel Grout

معدل الحقن المطلوب	أقصى معدل حقن	أقصى ضغط حقن	أقصى كمية حقن
٦٠٠ لتر / ساعة	٣٠٠ / لتر ساعة	١٥ ذراع	٤٥ % من بحجم التربة

المرحلة الثالثة " حقن ثانوى " Soft Silica Gel Grout

معدل الحقن	أقصى معدل حقن	أقصى ضغط حقن	أقصى كمية حقن
٦٠٠ لتر / ساعة	٢٥٠ / لتر ساعة	١٥ ذراع	٤٥ % من بحجم التربة

ملحوظة :

- يجب الاتزيد كمية الحقن الابتدائى والثانوى عن ٥٠ % من حجم التربة المحقونة .

مراقبة منسوب الرصف أثناء عملية الحقن :

- يتم مراقبة منسوب الرصف أثناء عملية الحقن للتأكد من عدم وجود Heave للتربة وخصوصاً فى المناطق المجاورة Diaphragm Walls

اختبار قياس معامل النفاذية

- يتم تقسيم كل محطة الى ثلاثة اجزاء وكل جزء يقاس له معامل النفاذية بحيث لايزيد عن
- (١٠- ٦ متر / ثانية – تنفيذ الابار على محور المحطة تقريباً .)
- توضع عدد ثلاث Piezometers على محور المحطة وكذلك مجموعة اخرى خارج المحطة كما هو موضح بالرسم لمراقبة منسوب المياه الجوفية أثناء اختبار النفاذية

- منسوب قاع البئر يكون اعلى من طبقة الــــPlug في حدود من ٥ – ١٥ متر و بقطر ٣٠ سم . مع تزويد قاع البئر بمرشح مناسب .ويجب تنظيف كل بئر لادالة الحبيبات الناعمة .
- منسوب قاع الـ Piezometer الداخلى أعلى من منسوب قمة الـــــــ Plug من ٥ – ١٥ متر . ويتم تنظبف المواسير بالمياه والهواء والردم الفورى بعد نهاية الاختبار وهبوط منسوب المياه .

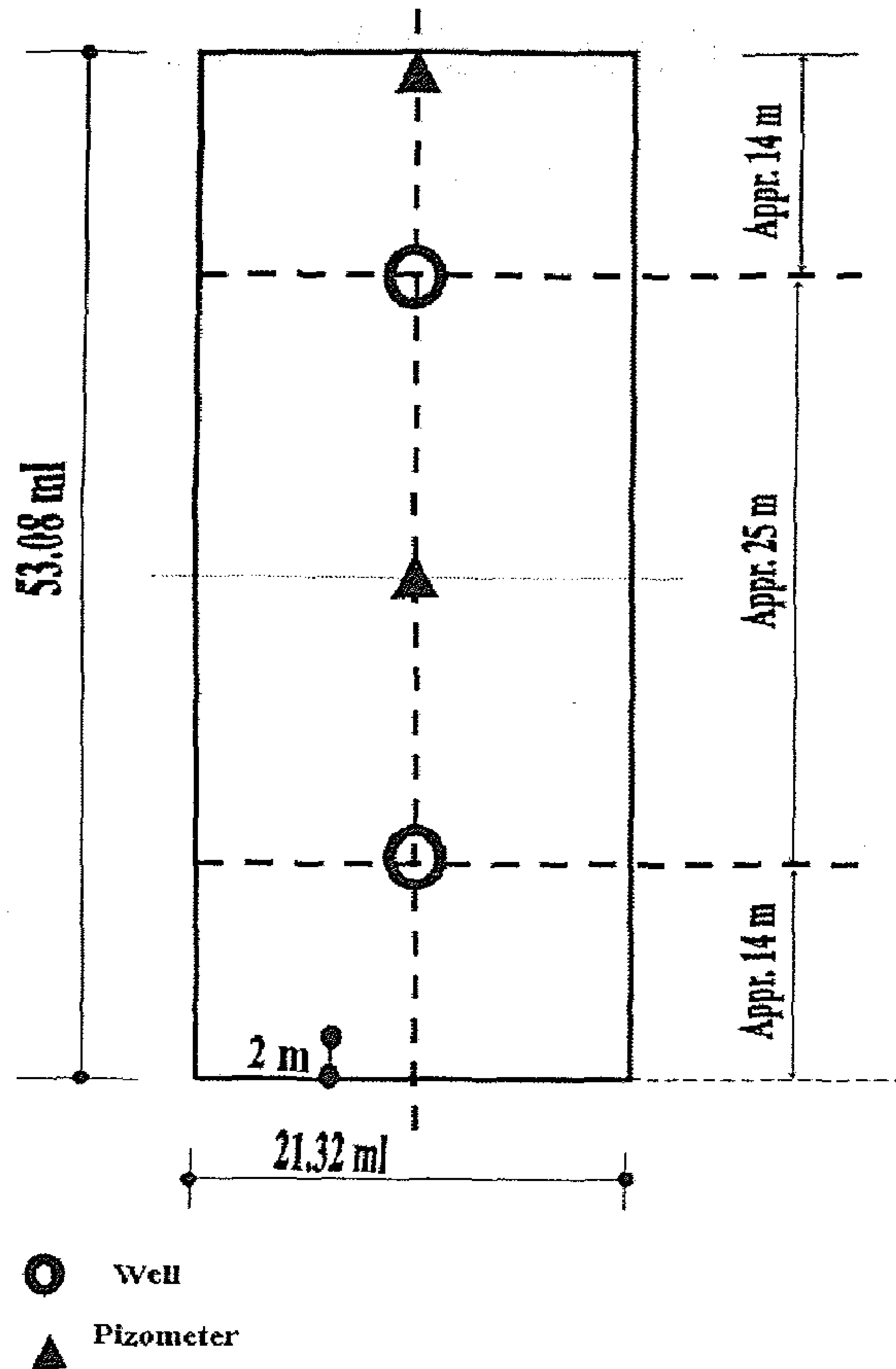
الاحتياطات الواجب مراعاتها قبل اجراء اختبار معامل النفاذية :

- يجب تحديد المسافات بدقة بين الابار والبيزومترات .
- يجب تركيب بيزوميتر قبل اجراء الاختبار بأسبوع لقياس منسوب المياه ثلاث مرات فى اليوم على الاقل .
- قياس منسوب المياه فى الابار والبيزومترات قبـــل ٢٤ ســـاعة مـــن اجـــراء الاختبار .

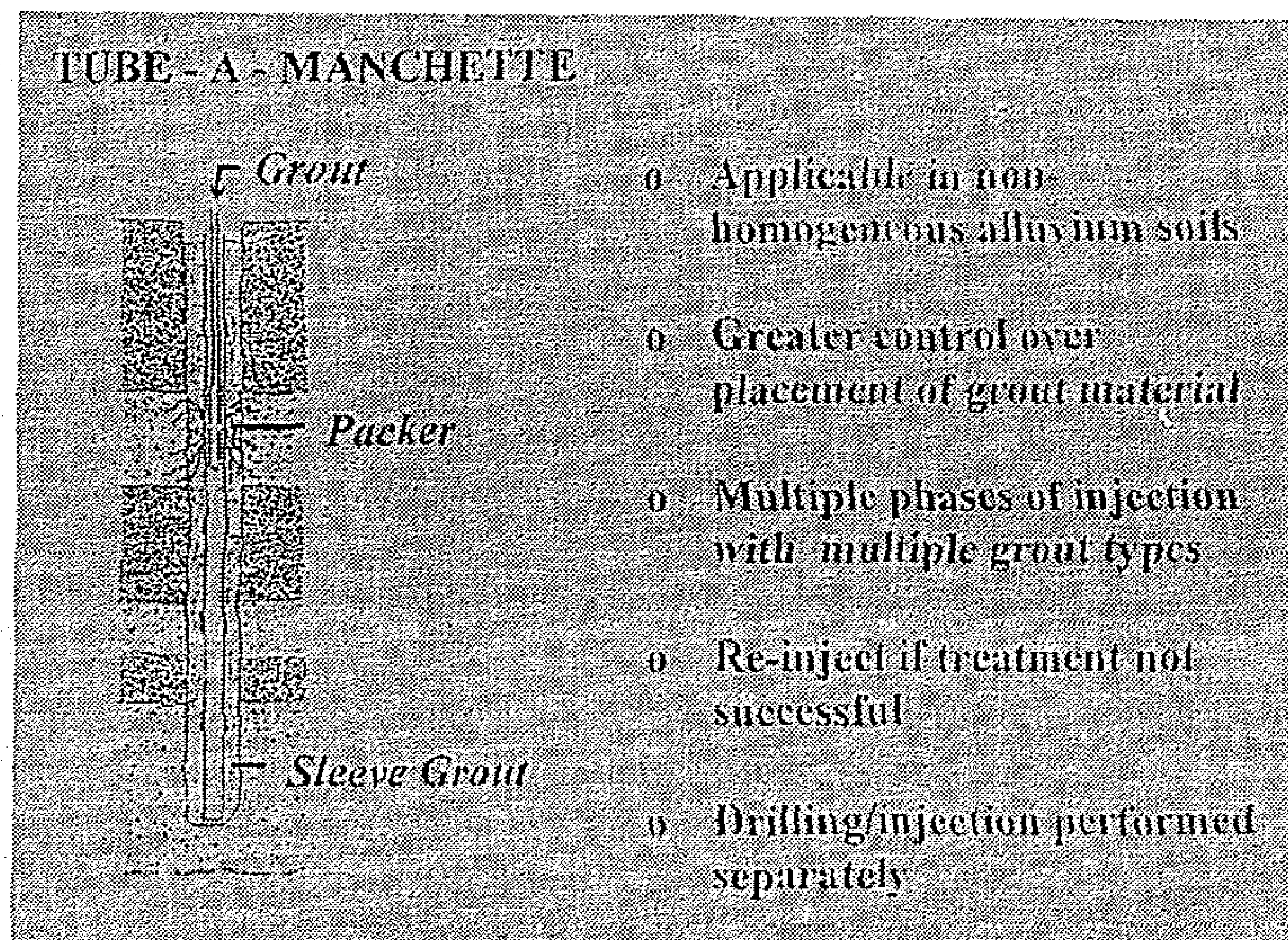
الاحتياطات الواجب مراعاتها بعد اجراء اختبار معامل النفاذية :

- يتم تقطيع جميع مواسير الحقن اسفل منسوب الـــ Rapt ب ٥ متر عن طريق ضعط مياه فى قضيب دوار ويكون ضغط المياه فى حدود ٦٠٠ ذراع .
- يجب ملء مواسير الحقن بمحلول الاسمنت والبنتوينت .

Implantation of wells and pizometers (Outline example)



(number and position of outside piezometers are those installed within the scope of the general survey of the water table)



خطوات تنفيذ أعمال حقن التربه تحت ضغط عالى بمحلول الأسمنت والمياه

Method Statement of Jet Grouting Works

مقدمه :

- تهدف هذه العمليه الى المحافظه على التربه خارج المحطه من الإنهيار وذلك بحقن التربه تحت ضغط عالى بمحلول المياه والأسمنت فى مداخل ومخارج المحطات وإحلالها مكان التربه الرمليه تحت ضغط مياه يصل الى ٤٠٠ ذراع ، ويلاحظ أن التربه المراد حقنها تتكون من طبقات من الرمل المتوسط الى الناعم عند عمق من ١٠-٢٧ متر (من سطح الأرض) وهذه الطبقات ذات كثافه عاليه كما يوضح ذلك إختبار الإختراق القياسى قبل بدء العمل وتوضح النقاط والخطوات التالية الإجراءات التى يجب إتباعها لتنفيذ أعمال حقن التربة تحت ضغط عالى باستخدام محلول الأسمنت والمياه (Jet Grouting Works) طبقاً للمواصفات الفنية والرسومات التصميمية والتنفيذية للوصول إلى الجودة المطلوبة فى تنفيذ الأعمال.

أنواع الحقن :

طريقة الحقن المفرد :

تعتمد هذه الطريقه على خلق خلل بمكونات التربه وخلطها بالأسمنت.

- تنفذ طريقة الحقن المفرد بإستخدام Hollow Rod مع وجود Monitor فى النهايه (شاشة مراقبه).
- يزود القضيب بفتحه أو أكثر توضع على ال Monitor لمراقبة عملية الحقن.
- تتوقف النتائج النهائيه للحقن على (سرعة إستخراج القضبان Rods – ضغط الحقن – كمية الحقن – خصائص التربه "رمل – كثافه – دمك – حجم الحبيبات") .

مواصفات الحقن المفرد :

الوصف	الوحدة	الحدود
قطر عامود التربه المحقون	سم	٤٠-٨٠
ضغط الحقن	ذراع	٢٠٠ – ٤٥٠
معدل الحقن	لتر/دقيقه	٨٠ – ٢٥٠
قطر الفوهه Nozzle Diam	مم	١,٦ –٤,٥
سرعة الدوران	دوره/دقيقه	٥-٣٠

طريقة الحقن المزدوج :

تعتمد هذه الطريقة على ضغط الهواء وضغط مادة الحقن فى ازالة جزء كبير جداً من التربة وخلط الجزء الباقى بالاسمنت.

- تستخدم الفتحة الداخلية لمادة الحقن.
- تستخدم الفتحة الخارجية لضغط الهواء.
- تركب مجموعتان أو أكثر من الـــ Nozzles على شاشة المراقبة.
- تعمل مجموعة ضغط الهواء أولاً ثم يتبعها مجموعة ضغط مادة الحقن.

مواصفات الحقن المزدوج :

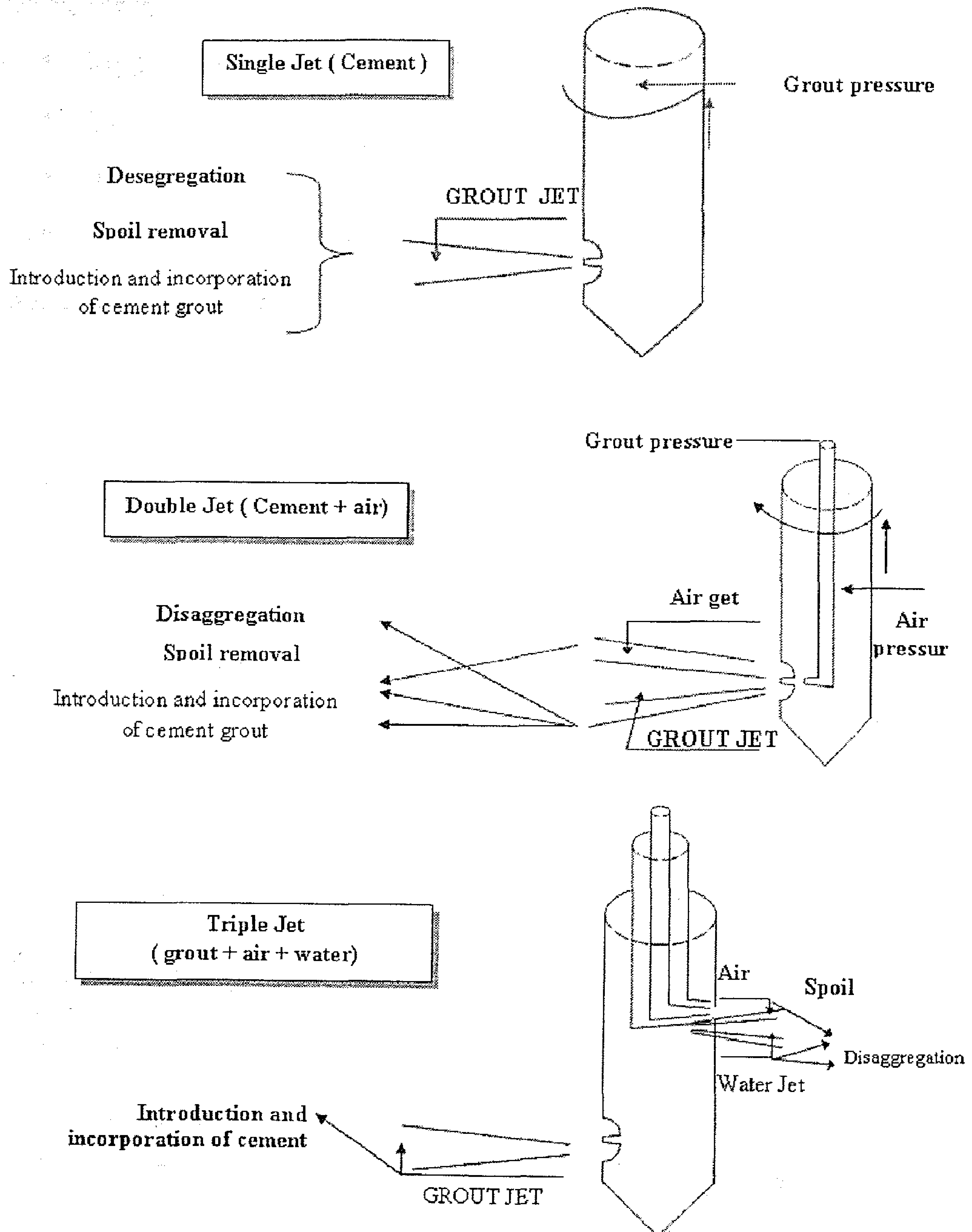
الوصف	الوحدة	الحدود
قطر عامود التربه المحقون	سم	٨٠ – ١٦٠
ضغط الحقن	ذراع	٤٠٠ – ٥٠٠
معدل الحقن	لتر/ دقيقه	١٠٠ – ٢٥٠
عدد الفوهات	عدد	١ – ٢
قطر الفوهه Nozzle Diam	مم	٢ – ٤,٥
ضغط الهواء	كجم / سم٢	٩ – ١٤
سرعة الدوران	دوره/ دقيقه	٥-٣٠

طريقة الحقن الثلاثي :

تعتمد هذه الطريقة على ضغط الهواء والماء ومادة الحقن فى إزالة جزء كبير جداً من التربة وخلط الجزء الباقى بالاسمنت.

مواصفات الحقن الثلاثى :

الوصف	الوحدة	الحدود
قطر عامود التربه المحقون	سم	١٤٠ – ٢٠٠
ضغط الحقن	ذراع	٣٠ – ٧٠
معدل الحقن	لتر/ دقيقه	٦٠ – ٩٠
عدد الفوهات	عدد	١ – ٢
قطر الفوهه Nozzle Diam	مم	٢,٥ – ٥
ضغط الماء	كجم / سم٢	٤٠٠ – ٥٠٠
معد الماء	لتر / دقيقة	٨٠ – ١٣٠
عدد الفوهات للماء	عدد	١ – ٢
قطر فوهة الماء	مم	١,٥ – ٢,٦
ضغط الهواء	كجم / سم٢	٨ – ١٤
سرعة الدوران	دوره/ دقيقه	٥–٣٠


Batch plant of jet grouting
Single Jet (Cement)
Grout pressure
Desegregation
Spoil removal
Introduction and incorporation of cement grout
GROUT JET
Grout pressure
Double Jet (Cement + air)
Air get
Air pressur
Disaggregation
Spoil removal
Introduction and incorporation of cement grout
GROUT JET
Triple Jet (grout + air + water)
Air
Spoil
Disaggregation
Water Jet
Introduction and incorporation of cement
GROUT JET

شكل (١)

خطوات التنفيذ :

تجهيز الموقع :

- تحويل جميع المرافق قبل بدء العمل.
- ترصف المنطقة وتحديد منسوب سطح الرصف.
- عمل قناة لاستقبال ناتج الحفر Spoil وهو عبارة عن (مياه – أسمنت – تربة).
- يجمع ناتج الحفر فى حفرة كبيرة وينقل خارج الموقع.

تحديد موقع محطة الحقن جيداً :

- يجب وضع محطة الحقن على بعد لا يزيد عن ٢٠٠ متر من أقصى عامود مطلوب حقنه.
- يجب تركيب عدادات الضغط فوق كل حفرة للتأكد من أن الفاقد فى الضغط الخاص بالطلمبات غير خطير.
- يجب تحديد موقع خزانات الاسمنت – محاور سيارات النقل – مواقع ماكينات الحقن قبل ابتداء العمل.

محطة الخلط :

- يتم خلط الاسمنت والمياه بالوزن مع نسبة خطأ لا تزيد عن ٥% مع التحكم فى زمن الخلط .
- معدل الخلط ١٥ متر٣/ الساعة.

الطلمبة ذات العالى :

- ضغط الحقن يصل إلى ٥٠٠ كجم/ سم٢.
- معدل الحقن ٢٥٠ لتر/دقيقة.
- تزود المضخات بعداد قياس ضغط ومعدل الحقن توضع بجوار محطة الخلط واحياناً بجوار الحفرة.

ضواغط الهواء :

- يوضع ضاغط الهواء بجوار الحفرة.
- ضغط الهواء من ١٠ – ١٢ كجم/ سم٢.
- معدل ضغط الهواء ٣ متر٣/ دقيقة.

أعمال الحفر :

- يجب تحديد مواقع نقط الحفر جيداً قبل البدء فى عملية الـــــ Drilling
- يتم عمل الحفرة المطلوبة باستخدام آلات الحفر الدوارة مـــع ضـــغط محلـــول البنتوينت لتثبيت جوانب الحفر جيداً. واحياناً يتم استخدام ضغط المياه والهـــواء فى عمل الحفرة المطلوب حقنها.

أدوات الحفر :

- Drilling Head – Rods – Bit
- قطر القضبان "Rods" 90مم.
- قطر الحفرة ١٢٥ – ١٥٠ مم للسماح بخروج ناتج الحفر.

عملية الحقن :

- عند الوصول للعمق المطلوب باستخدام البنتونيت اثناء الحفـــر فانــــه يـــستبدل بمحلول الحقن (اسمنت + مياه).
- تبدأ عملية الحقن من اسفل إلى أعلى.
- يجب ثبات ضغط وكمية الحقن لنفس نوع التربة.
- يمكن تعديل سرعة دوران وضغط الحقن ومعـــدل الحقـــن تبعـــاً للخـــصائص الميكانيكية للتربة.
- يجب ضبط سرعة سحب المواسير باستمرار بحيـــث تتـــراوح الخطـــوة مـــن ٢,٥ – ٦ سم .
- سرعة الدوران من ٥ – ٣٠ لفة / دقيقة. ويمكن التحكم فيها مع سحب مواسير الحقن.

- اثناء عملية الحقن تخرج كمية زائدة من الــــــ Spoil خارج الحفرة.
- كمية الاسمنت تتراوح بين ٥٠٠ - ٩٠٠ كجم/ م٣.
- مقاومة الضغط لا تقل عن ٣٠ كجم/ سم٢.
- كمية المياه فى حدود ٨٠٠ لتر .

أدوات الرقابة :

- يجب قياس وتسجيل ضغط الحقن والمياه فى المحطة وكذلك يتم القياس بواسطة مانوميتر يركب على الحفرة أو قريب منها حيث يسمح لك بقياس الـــــ Head Losses الحادث خلال الخراطيم Hoses .
- ضغط الحقن بصفة دائمة ٣٠٠ كجم/ سم٢.
- يجب قياس كمية الحقن فى محطة الخلط .
- يجب قياس ضغط ومعدل الهواء للتأكد من أن الفتحات غير مسدودة.
- يتم قياس سرعة الدوران بعدادات خاصة.
- سرعة ومعدل سحب المواسير يجب أن يراقب جيداً لاعطاء كل خطوة الكميــة اللازمة من محلول الحقن.

أعمال الحقن :

الهدف هو عمل طبقة حقن من سليكات الصوديوم Soft Gel بين حوائط الـــديافرام و أسفل منسوب أرضية المحطة لمنع رشح المياه الجوفية الي المحطة أثناء الأنشاء ولمدة عامين . تكون النفاذية لطبقة الحقن = ١ × ١٠- ٦ م / ث . تصمم سمك طبقة الحقن بحيث تحقق فارق هيدروليكي Hydraulic Gradient أقل من أو تساوي ٣ .

مواد الحقن :

١ - الماء : يستخدم الماء الصالح للشرب .

٢ - سيليكات الصوديوم : وهي المادة الرئيسية في عملية الحقن .

٣ - ألومينات الصوديوم : وهي المادة المصلبة .

مواسير الحقن :

قطر الماسورة ٨/٣ " من البولي فينيل كلوريد وتتحمل الضغوط العالية (حتي ٦٠ ض ج) .

صمام الحقن يركب في نهاية ماسورة البولي فينيل كلوريد (ماسورة الحقن) بواسطة القلاووظ – شكل (١) . تمتد مواسير الحقن بالأطوال المحسوبة والموضوعة طبقا للتصميم في الطبقة المراد حقنها .

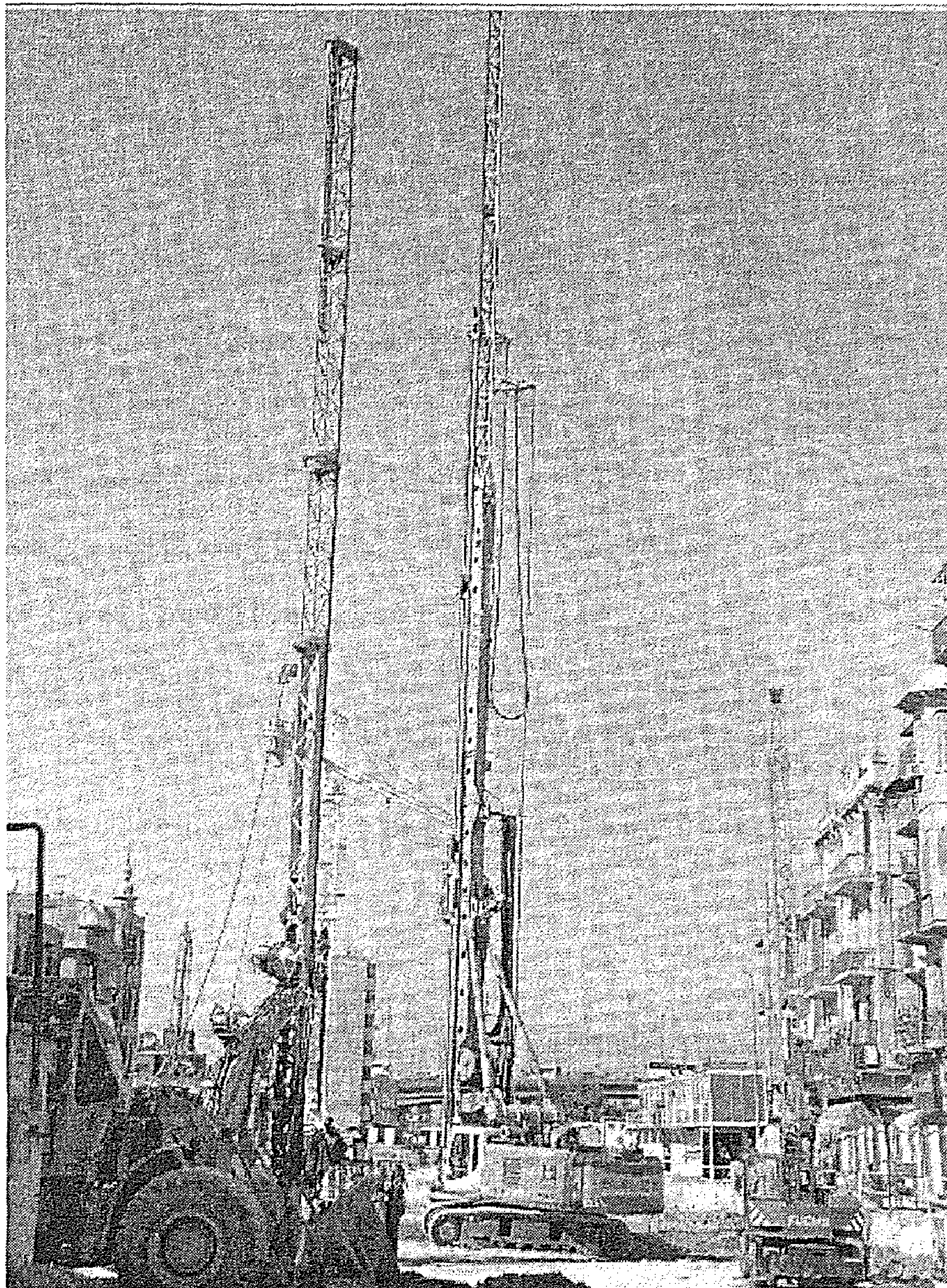
وطبقة الحقن بسمك كبير – حالة مشروع مترو الأنفاق – يمكن أن يجهز ثلاثة مواسير حقن ، في حزمة واحدة ولكن بأطوال مختلفة لتغطية كل الطبقة المطلوبة .

يتم تثقيب الأرض بآلات التخريم – شكل (٢) ، يكون عمق الثقب بحيث يضبط تماما مع طبقة الحقن ويكون في وضع رأسي ، يكون قطر الثقب ١٣٣ مم . تم ضخ خليط من البنتونايت + الأسمنت لحماية الجدران من الأتهيار – الخليط – جدول (١) . العمق المطلوب للثقوب يسجل بالكمبيوتر الخاص بالمعدة وكذلك رأسية الثقب .

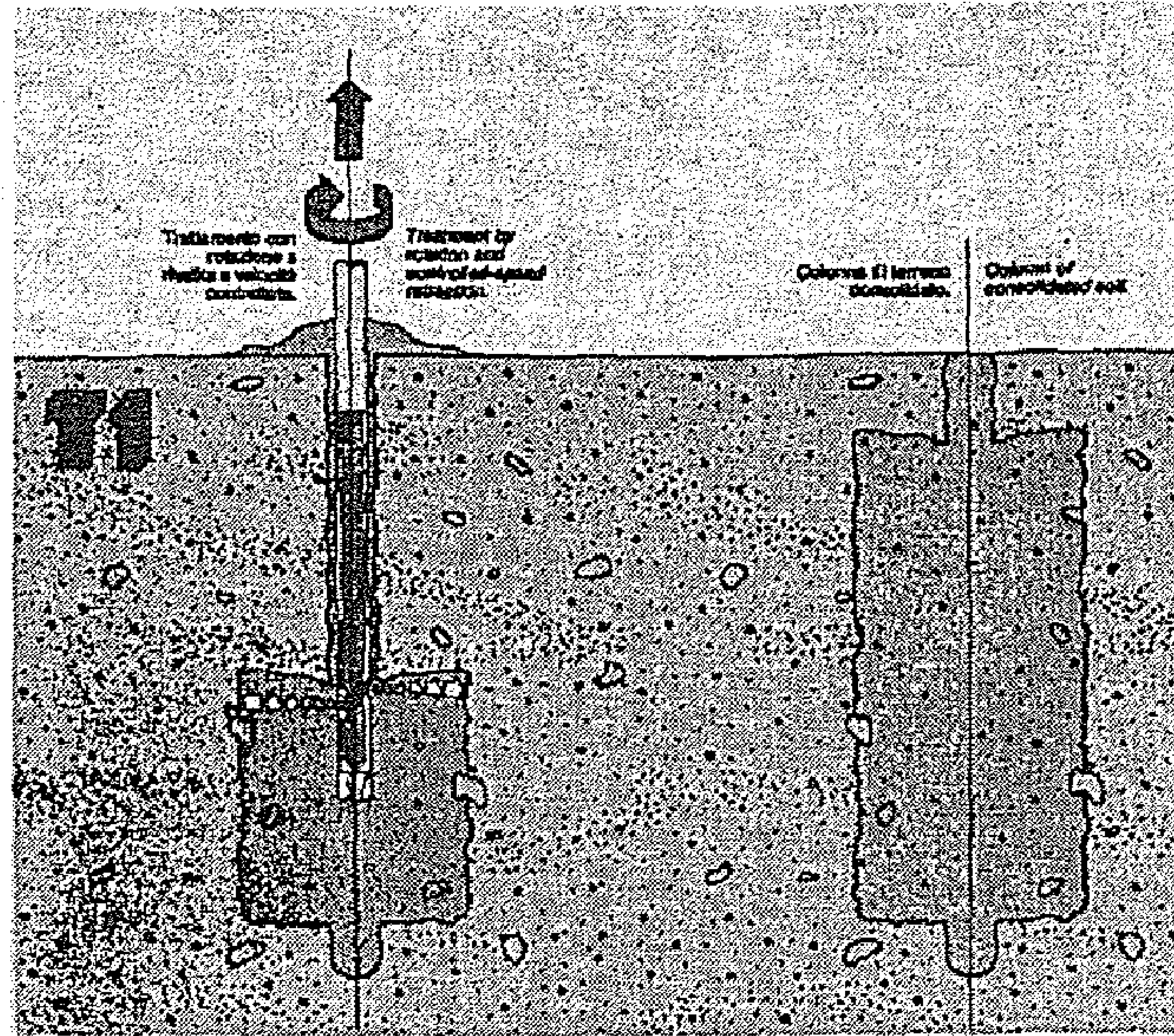
جدول (١)

المواد	الوحدة	الكمية
أسمنت مقاوم للكبريتات	كجم	٢٠٠ – ٢٥٠
بنتونايت	كجم	٢٠ – ٤٠
مياه	لتر	٨٦٠ – ٩١٠

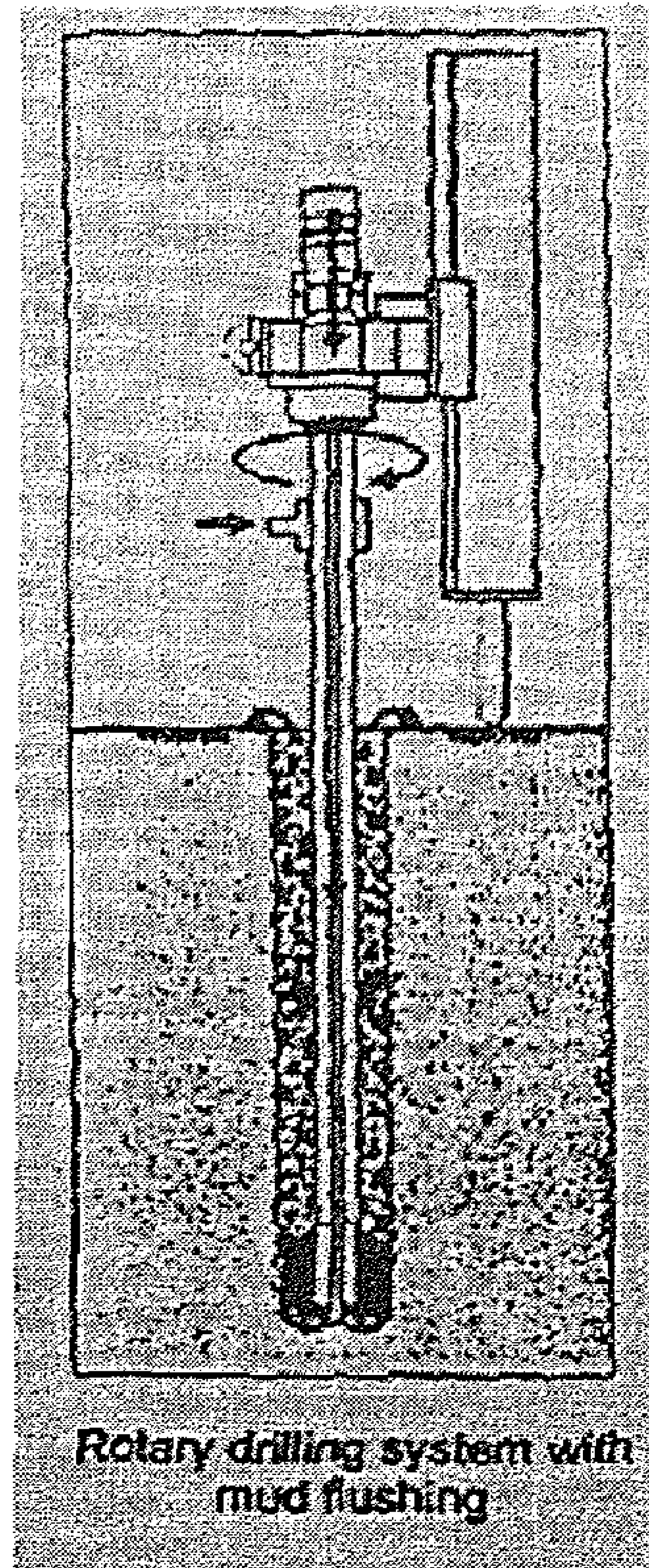
يوضع حزمة مواسير الحقن السابقة داخل الثقب وتوجيهه يدويا مع ربط ثقل مناسب مع المواسير لتسهيل نزولها خلال الثقب الي مكانها .



شكل (٢) معدة التثقيب لعمل ثقوب الحقن لأي عمق – مشروع مترو الأنفاق – المرحلة الثالثة القاهرة



شكل (٢) شكل اندفاع مواد الحقن تحت الضغط من صمام الحقن



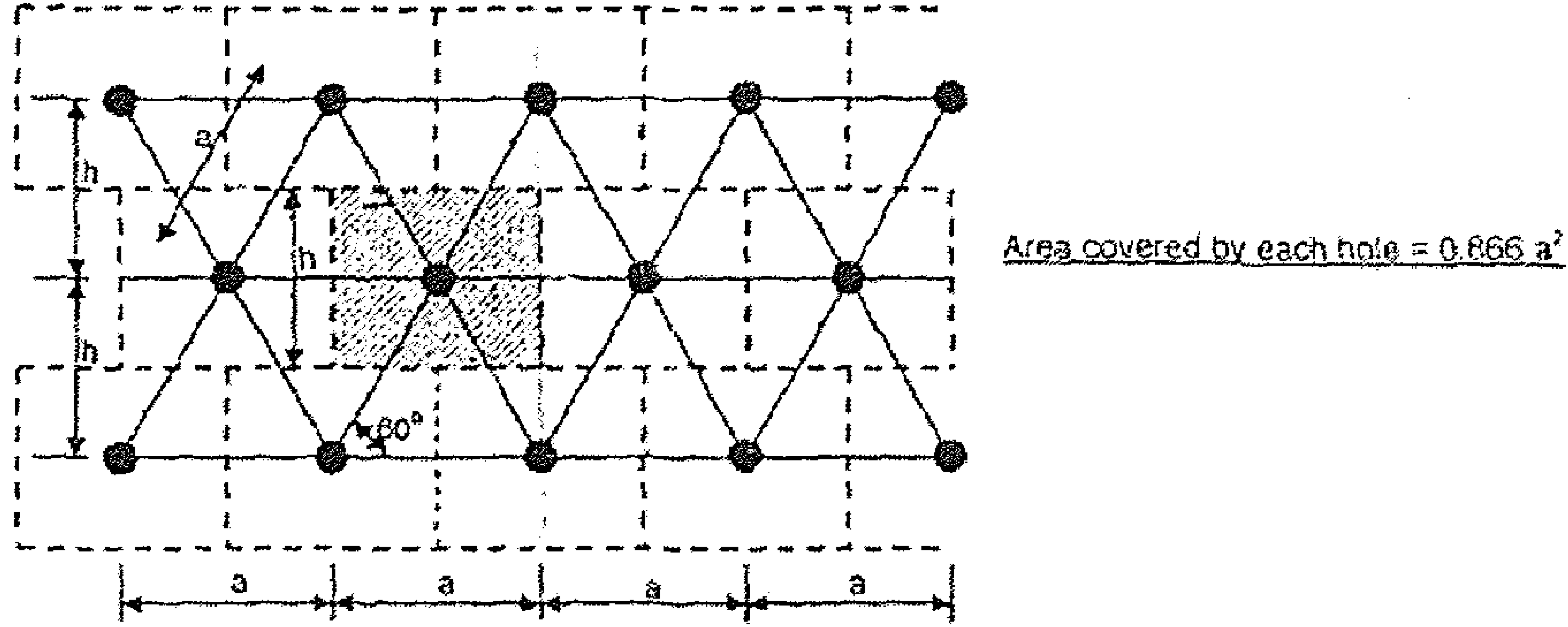
Rotary drilling system with mud flushing

نظام توزع ثقوب الحقن Drill Halls Pattern :

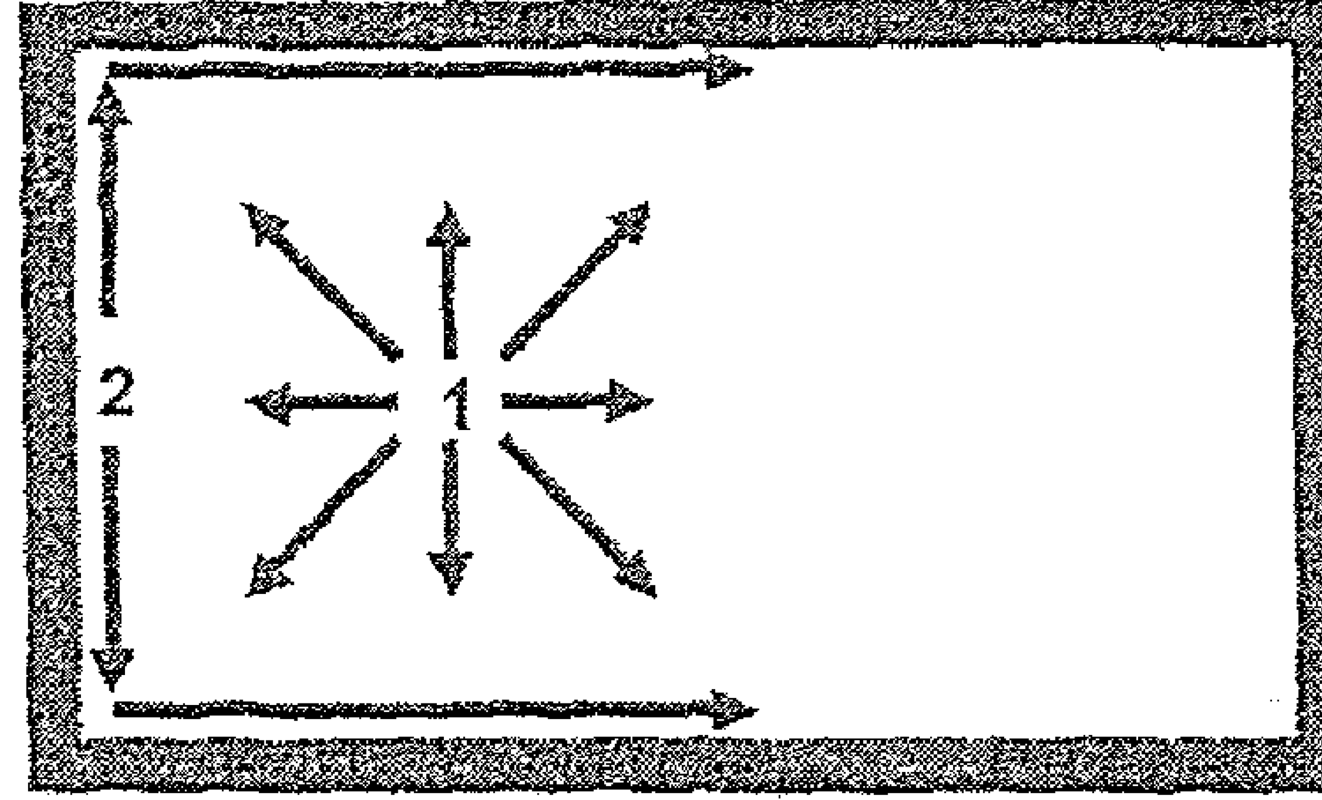
تتوزع ثقوب الحقن (في المسقط الأفقي) علي شكل مثلثات علي مسافات = ١,٦ متر – شكل (٣) .بهذه الطريقة ، فكل ثقب يغطي مساحة ٢,٢ متر مسطح .

كما يأخذ كل خرطوم حقن (في الاتجاه الرأسي) مسافات = ٢ متر بين كـــل صـــمام وآخر لتغطية سمك طبقة الحقن بالكامل . ومن الجائز تغير هذه المسافات طبقا لنـــوع التربة .

In each borehole a number of grouting valves shall be installed and connected to the surface with a grouting pipe.



شكل (٣) توزيع ثقوب الحقن



Sequence of Grouting

6.2.3 Estimated Parameters

6.2.3.1 Drilling Parameters

- Discharge ~200 litres/min
- Fluid pressure ~10 bar

6.2.3.2 Soft Gel Grouting Parameters

The following grouting parameters are given with a range and shall be adjusted for eac during/after grouting first sleeve pipes.

شكل (٣) أتجاهات مواد الحقن أثناء الضخ

عملية الحقن :

تبدأ عملية الحقن بعد بضعة أيام من التخريم ووضع مواسير الحقن . يكون نسب خلط مواد الحقن كما يلي – جدول (٢):

جدول (٢)

المواد	الوحدة	الكمية
سيليكات الصوديوم	كدم	٢٠٠ – ٢٢٠
ألومينات الصوديوم (المصلب)	كجم	٢٣ – ٣٠
مياه	لتر	٨١٠ – ٨٣٠

يتم حقن مواد الحقن بواسطة طلمبات الديافرام تحت ضغط عالي في الصمام العلوي – يصل سريعا الي ٦٠ ض . ج . هذا الضغط الكبير يمزق غشاء الصمام الخارجي ويفتح فتحات أمام ثقوب الحقن . يجد الحقن طريقا أفقيا فيخرج من الصمام الي مسام التربة وعندها ينخفض الضغط كثيرا . تتدفق المواد وتغطي الطبقة العلوية من سمك طبقة الحقن وتكون بمثابة سدادة لمنع مواد الحقن من الصمامات الأدني الأخرى من الهروب خارج الطبقة . يتم حقن خلال الصمامات التالية الوسطي ثم تحقن الجزء السفلي من الطبقة بالصمامات الأوطي .

ملحوظة :

تترك بعض مواسير الحقن حتي تتم تجربة الحقن . في حالة وجود بعض الرشح ، يتم حقن أضافي للطبقة حتي يمتنع الرشح .

حساب كميات الحقن :

حجم الحقن = $n \times A \times T$

حيث :

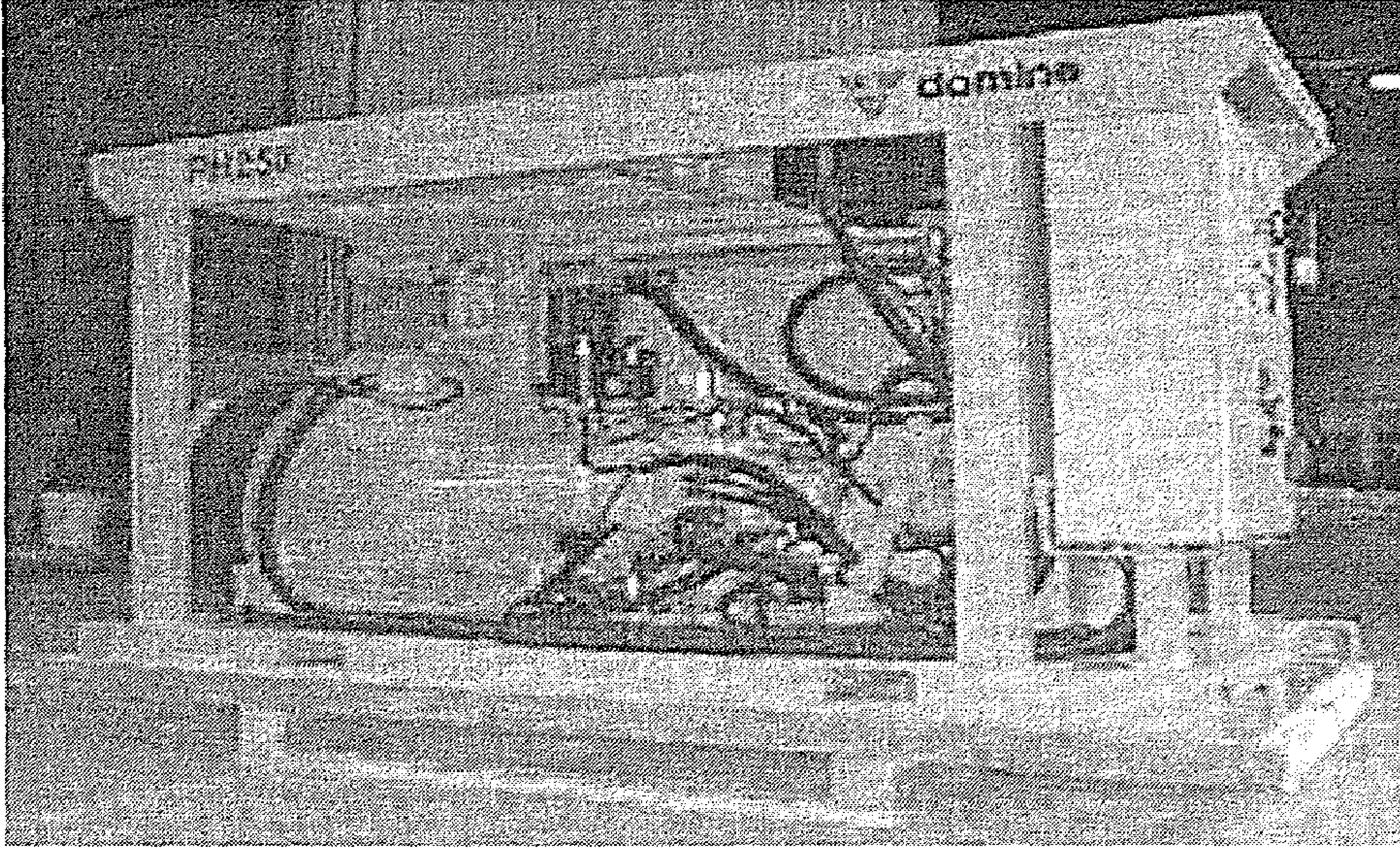
n : (porosity) : مسامية التربة .

A : المساحة المغطاة لكل صمام.

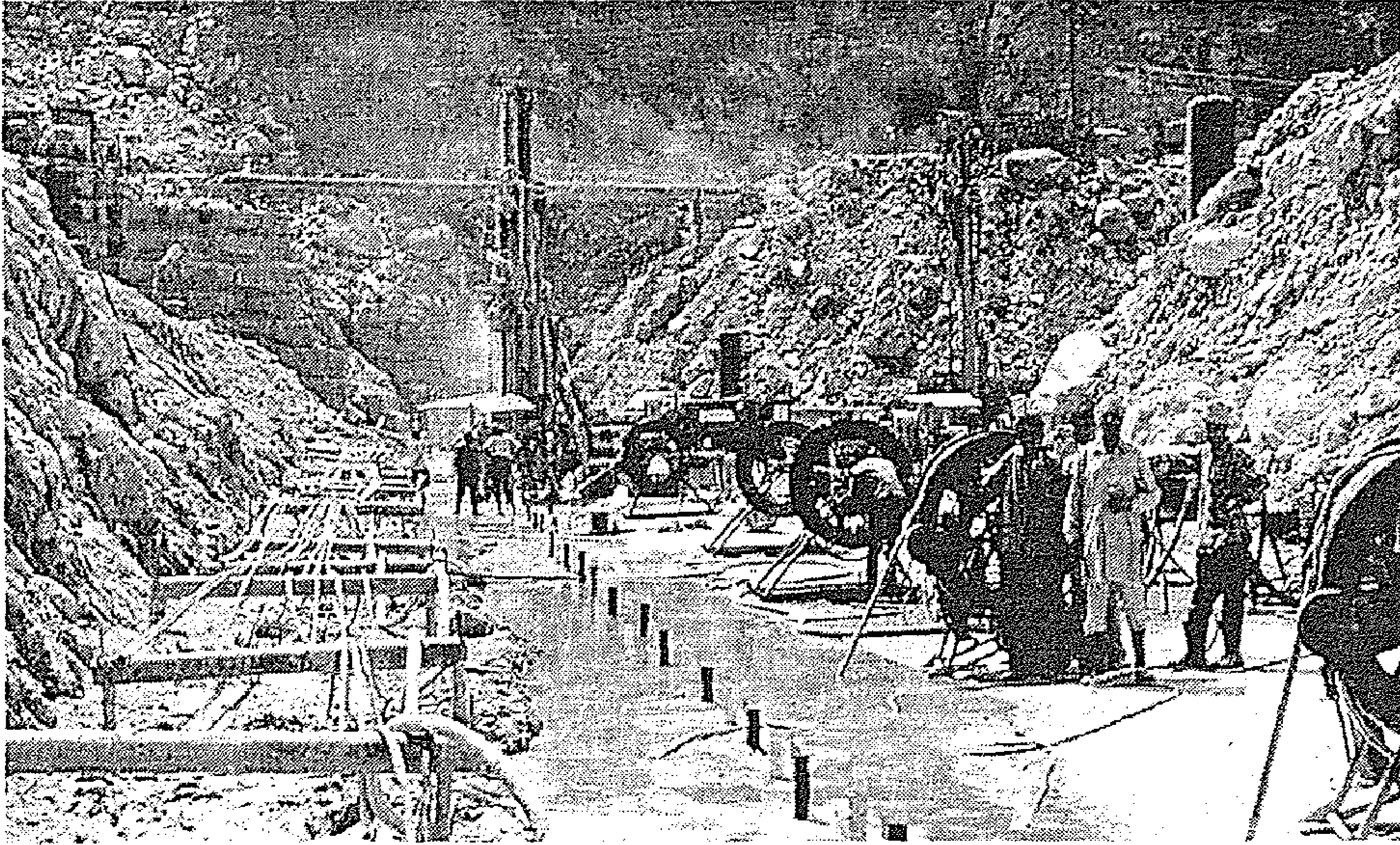
T: سمك طبقة الحقن المغطاة بالصمام .

تعرف كمية مواد الحقن المطلوبة للعمل للاسترشاد بها . ماكينة الحقن – شكل (٤) ، عملية غرز مواسير الحقن – شكل (٥) .

pump for drilling injection with one drilling rig.



شكل (٤) ماكينة الحقن



شكل (٥) عملية غرز مواسير الحقن

تجربة الضخ لطبقة الحقن :

تعمـــل تجربة الضخ للأطمئنان علي أن كفاءة طبقة الحقن يكون معامل النفاذية لها K يكون في حدود ١ × ١٠ – ٦.

١ – تقسم مساحة المحطة الي ٣ أقسام لتتابع العمل لكبر مساحة المحطة :

- القسم الأول لتنفيذ حوائط الدياقرام.
- القسم الثاني لتنفيذ الحقن .
- القسم الثالث لتجربة الضخ واستلام طبقة الحقن حسب المواصفات– شكل(٦) .

٢ – الفاصل بين الأقسام يكون من حائط من البنتونايت Slurry Wall لعزل كل قسم عن القسم الآخر .

٣ – يكون داخل القسم الذي نجري به تجربة الضخ بئر عميق واحد وعدد ٢ بيزومتر داخلي و بيزومتر واحد خارجي لقياس منسوب الماء .

٤ – يبدأ البئر في نزح المياه المحددة بحائطي الديافرام و حائطي البنتونايت وطبقة الحقن السفلي . نصل إلي مرحلة النزح المنتظم Steady State حيث لا يتغير منسوب المياه ألا في حدود ١٠ سم في نصف ساعة .

٥ – بتطبيق المعادلة :

$KP = QP / i \times A$ حيث :

KP معامل نفاذية طبقة الحقن (م/ ث)

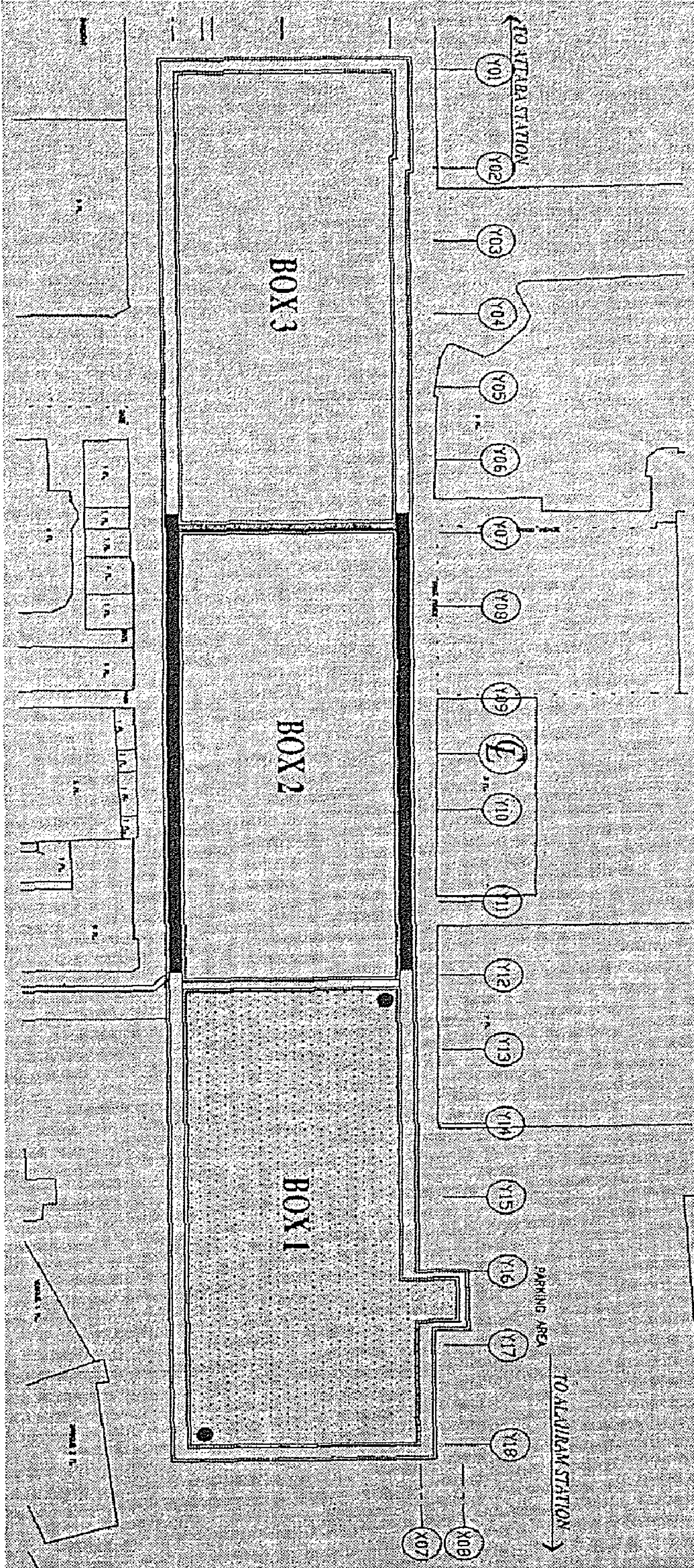
QP كمية المياه المتسربة من طبقة الحقن (م٣/ ثانية) .

i الفاقد من الطبقة Hydraulic Gradient Acting On Plug .

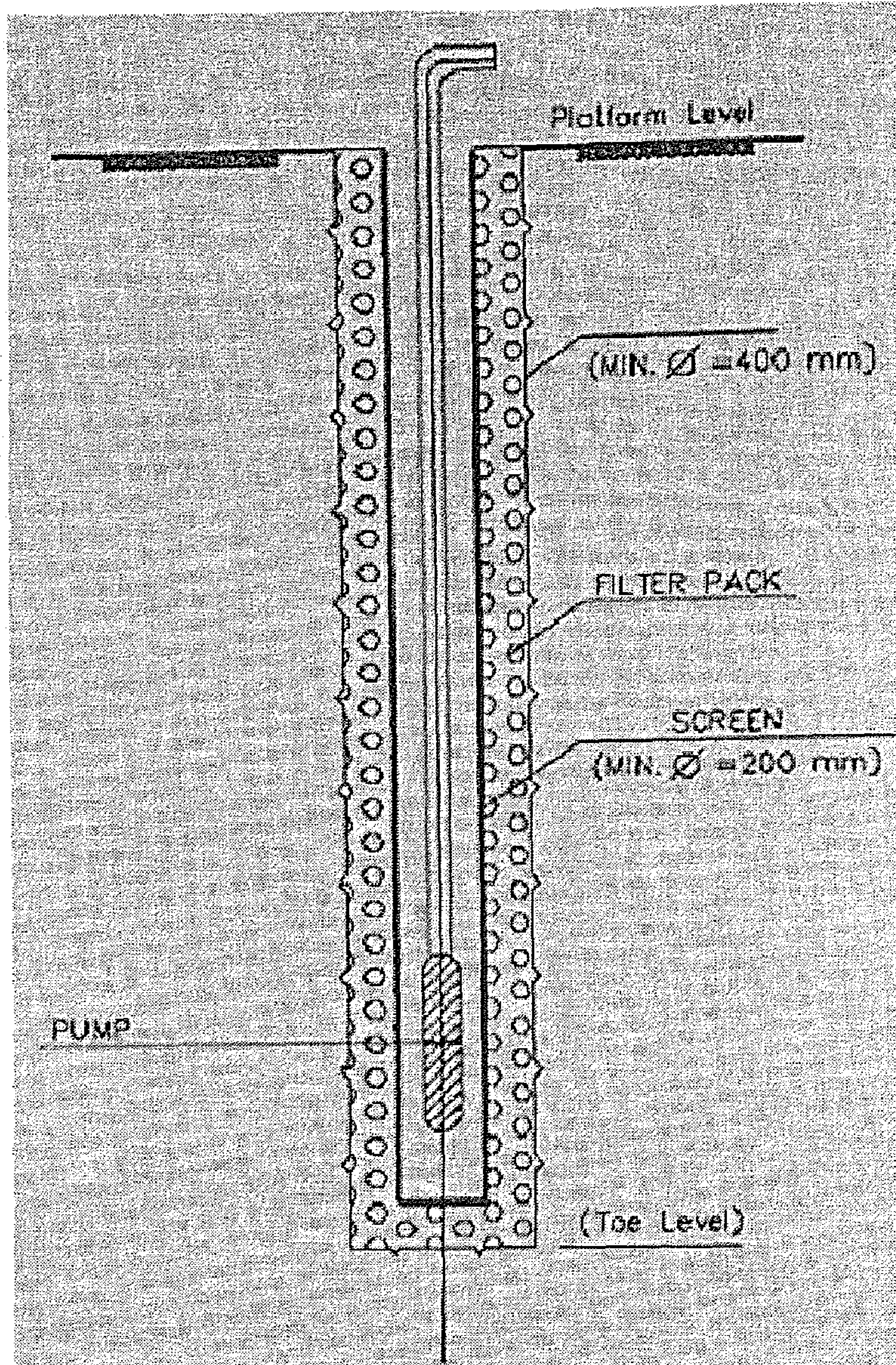
A مساحة طبقة الحقن Surface Area Of Plug .

تفاصيل البئر العميق – شكل (٧) .

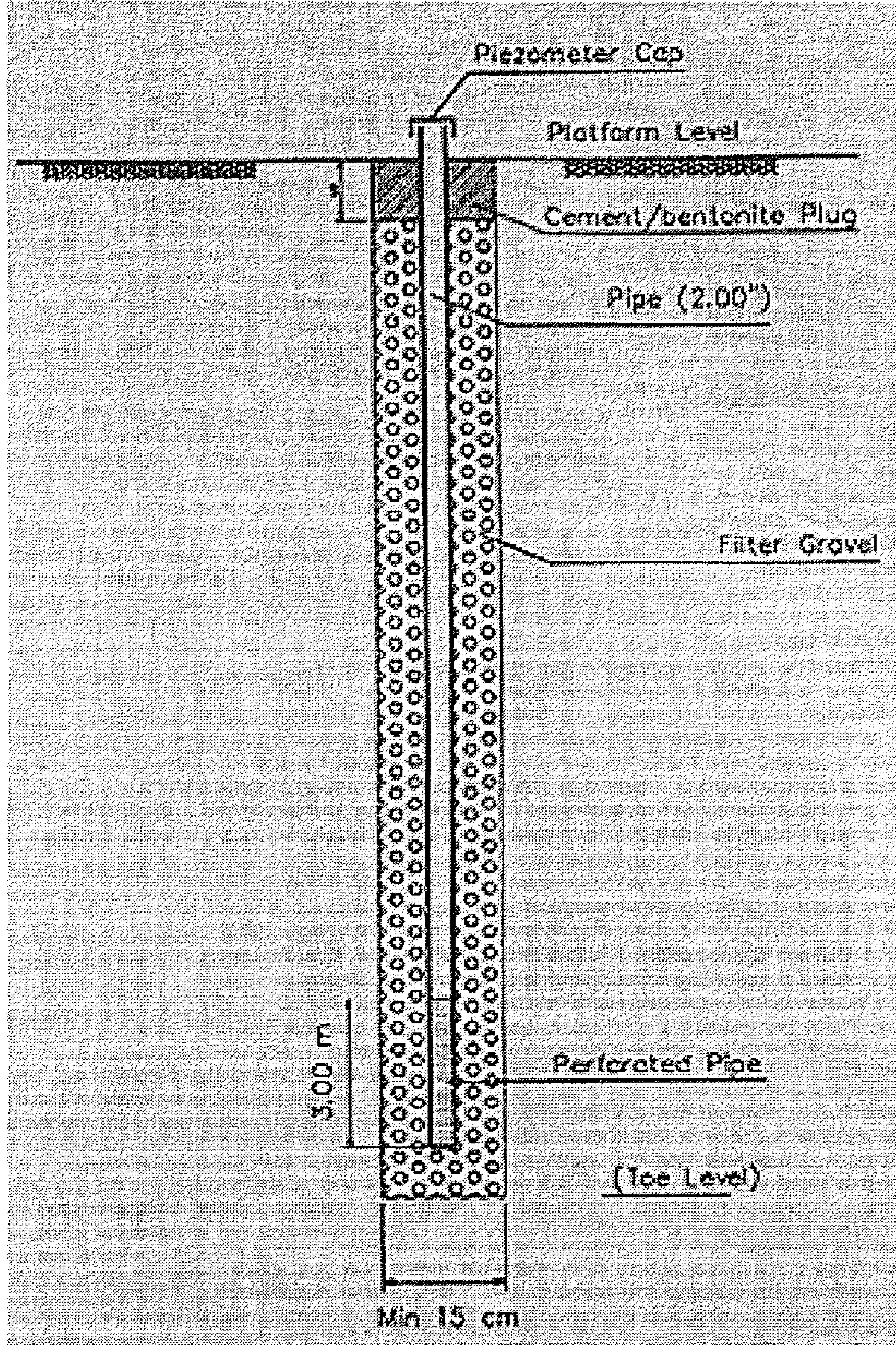
تفاصيل البيزومتر – شكل (٨) .



شكل (٦) تقسيم مسطح المحطة الي مساحات



شكل (٧) تفاصيل البئر العميق



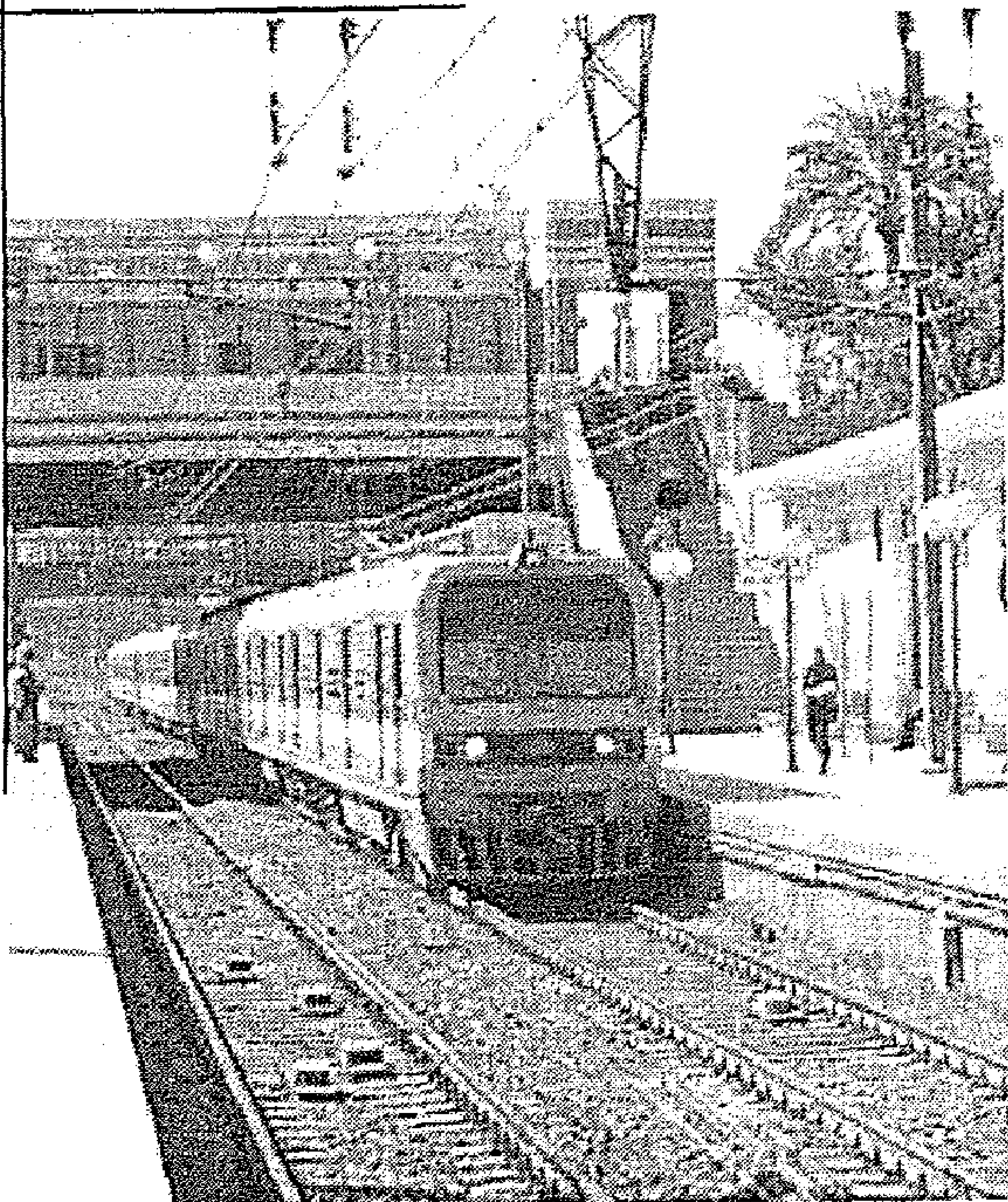
شكل (٨) تفاصيل البيزومتر

المراجع

١ – المهندس / أحمد محمود حسين مهندس بمشروع مترو الأنفاق المرحلة الثالثة.

الإنشاءات المتميزة 2

مترو أنفاق القاهرة



الباب الثالث عشر

خطوات تنفيذ الحوائط اللوحية

خطوات تنفيذ الحوائط اللوحية

Method Statement of Diaphragm Walls & Slurry Walls

مقدمه :

توضح النقاط والخطوات التالية الإجراءات التى يجب إتباعها لتنفيذ الحوائط اللوحية التى تحفر بالفريزه أو الجراب فى وجود محلول البنتونيت لتثبيت جوانب الحفر طبقاً للمواصفات الفنية والرسومات التصميمية والتنفيذية للوصول إلى الجودة المطلوبة فى تنفيذ الأعمال.

تفاصيل المحطات :

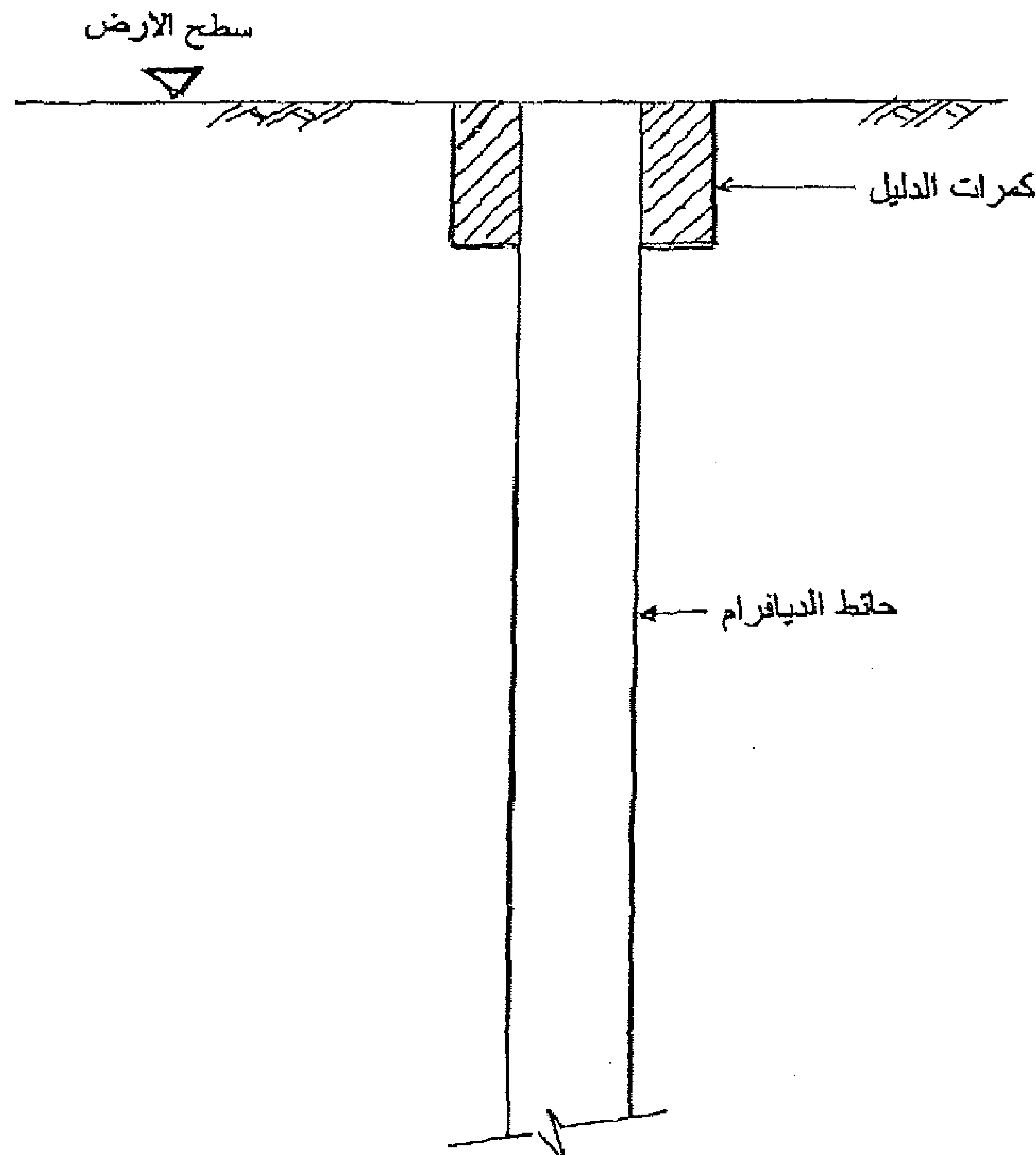
- عرض المحطة فى حدود (٢٠-٢٢) متر .
- طول المحطة فى حدود ١٥٠ متر .
- عمق المحطة يصل إلى ٢١ متر من أسفل سطح الأرض .
- يتم تنفيذ الحوائط D.W بسمك ١,٢ متر .
- أعمال حقن التربة حتى يمكن سحب المياه من داخل المحطة وتنفيذ الحفر فى الحالة الجافة ودون أن يؤثر سحب المياه على انخفاض منسوب المياه خارج المحطة واسفل المنشآت المجاورة للمحطة .
- تتكون المحطة من مجموعة من البلاطات التالية .
  - البلاطه العلوية فى منسوب الشارع بسمك ١,٢ متر.
  - البلاطه عند منسوب قطع التذاكر بسمك ١,٢ متر.
  - البلاطه عند منسوب الأعمال الفنية بسمك ١,٢ متر.
  - اللبشة بسمك ٢,٤ متر
- سمك البلاطات الخرسانية يتراوح بين (١,٢٠ – ٢,٤٠) متر وتم اخذ كافة الأحتياطات فى تصميم الخلطة الخرسانية وأعمال الصب والمعالجة فى الاعتبار للتغلب على زيادة حرارة التفاعل داخل الخرسانة عن ٦٥م° .

تنفيذ الحوائط :

- تتكون المحطة من الحوائط أو الوحدات (Panels) .
- عرض الوحدة يتراوح من ٥,٥ إلى ٧,٥ متر وبعمق حوالي ٥٠ متر .
- يفصل بين الوحدات فاصل صب Construction Joint كما هو موضح بالشكل .
- مزود فاصل الصب بشريط PVC بعرض ١٥ سم . لمنع تسرب المياه الجوفيه من خارج المحطه إلى الداخل .

الدليل :

- يجب توقيع محاور المحطه (والحوائط) بدقه.
- ينفذ الدليل لتجنب إنحراف الحفارة – شكل (٢) .
- الدليل عباره عن كمرتين متوازيتين من الخرسانة المسلحة قطاعها (٣٠ × ١٠٠ سم). يفصل بين الكمرتان سمك الحائط مضافاً إليه ٥٠مم . تكون هاتان الكمرتان مدفونتان تحت الأرض وسطحها عند سطح الأرض .
- يجب أن تكون حوائط الدليل رأسيه تماماً.



شكل (٢) كمرات الدليل

اعمال الحفر :

- يتم الحفر بالجراب فى التربه الطينيه وبالفريزه – شكل (٤) ، فى التربه الرمليه.
- إستخدم الجراب Grab فى بعض المحطات – شكل (٥) ، لحفر الحوائط بكامل العمق . وفى هذه الحاله فإن رأسية الحوائط تتحقق بواسطة نزول الجراب رأسياً تحت تأثير الجاذبيه.
- الفريزه مزوده بأجهزه لضمان رأسيه الحفر تماماً.
- يستخدم محلول البنتوينت أثناء عملية الحفر لضمان عدم إنهيار التربه.
- يجب ان يكون محلول البنتونيت أعلى من منسوب المياه الجوفيه.
- يجب مراقبة عملية تبطين جوانب الحفر بالبنتونيت على شاشة المراقبه ومتابعة عملية الحفر جيداً.
- يتم إيقاف الحفر عند هروب محلول البنتونيت ويعاد ردم الحفرة بالخرسانة ثم تحفر بعد ذلك .
- عند إنتهاء الحفر يستبدل البنتونيت الموجود داخل الحفره بأخر حديث . أما البنتونيت الخارج من الحفره فيعاد تكريره لإستخدامه من جديد .

خواص البنتونيت Bentonite Properties

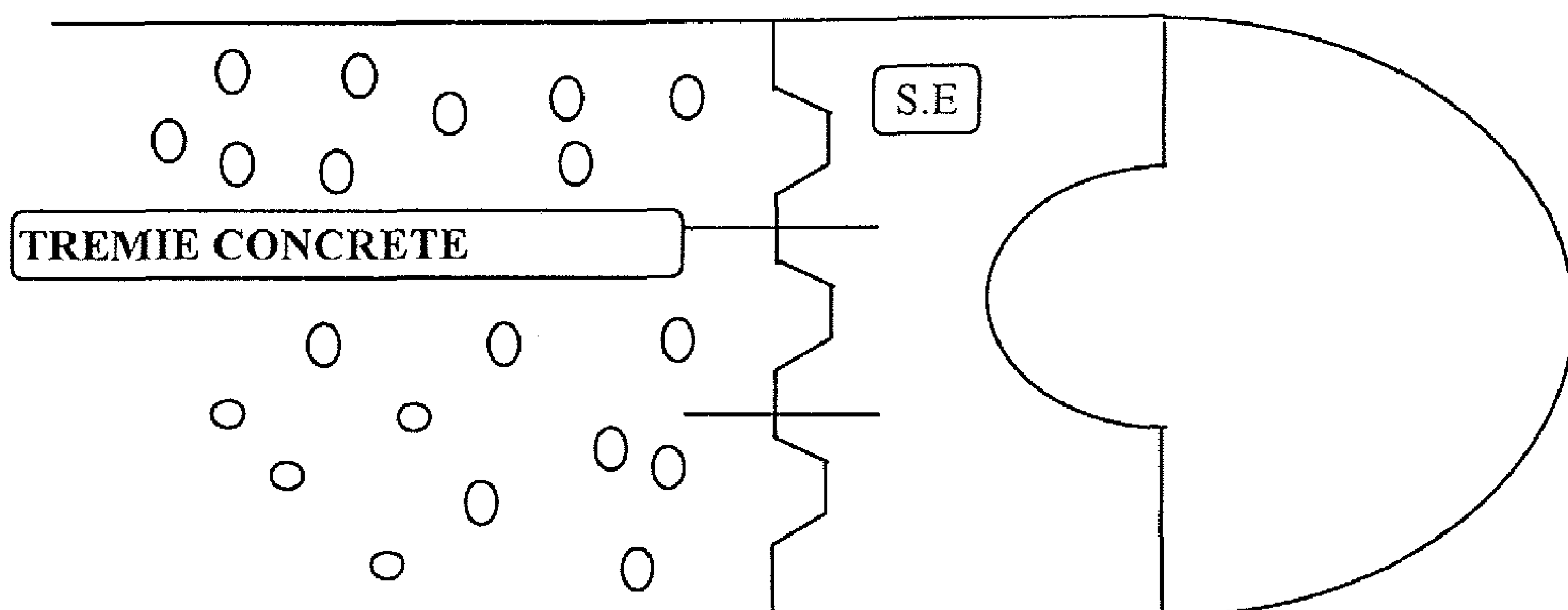
PROPERT	Unit	FRESH MUD	Excavation Mud	Mud before concerting
Unit Weight	T / M^3	١,٠٥ – ١,٠١	١,٠٢ >	١,٠٢ >
Viscosity	.Sec	٣٥– ٣٢	٤٥– ٣٥	٣٥– ٣٢
Sand Content	%	%٥ >	%٥ >	%٥ >
PH	–	١٠ – ٨,٥	%١٢ >	%١٢ >
Free Water	Cm^3	٣٠ >	%٣٥ >	%٣٥ >
Cake thickness	m.m	٣ >	٥ >	٣ >

تركيب فاصل الصب :

- يتوقف عرض فاصل الصب Stop End على عرض حائط الديافرام D.W .
- يجب التأكد من رأسية الـ Stop End – شكل (٣) .
- طول الـ Stop End = 42 متر فى الحوائط الرئيسيه.
- يزود الـ stop End بشرائح PVC بعرض ١٥ سم لمنع تسرب المياه .داخل المحطة

العلاقه بين عرض الـ Stop End وعرض الحائط :

width of D.W	Cm ٥٠	Cm ٦٠	Cm ٨٠	Cm ١٠٠	Cm ١٢٠
Width of S.E	Cm ٤٦	Cm ٤٦	74 Cm	Cm ٧٤	Cm ٩٤



فاصل الصب Stop End

شكل (٣) فاصل الصب Stop End

حديد التسليح :

- نسبة الكربون أقل من ٠,٢٥ % فى الحديد المستخدم كى يمكن إجراء عملية اللحام Weldable .
- يصنع طبقاً للرسومات فى ورشة تشكيل الحديد وقبل توريده.كما هو موضح بالرسومات .

- يوضع بطاقه موضحاً عليها رقم الوحده ونوع ال Cage .
- يجب ان يكون خالى من الصدأ والمواد الضاره.
- توضع ال Cages فى الموقع فى أماكن أمنه.
- يجب تحديد نقط الرفع جيداً.
- طول ال 32 Cage متر فى المحطات الرئيسيه وهو يمثل ٦٧ % من إرتفاع الحائط.
- يزود كل Cage ب Earthing Bar للمحافظة على حديد التسليح من التأكل.
- يجب التأكد جيداً من وضع ال Couplers فى إتجاهها ومنسوبها الصحيح قبل وأثناء وبعد صب الخرسانه.

غطاء الخرسانه :

- يجب وضع بسكويت " Concrete Spacers " بتخانة ٧ سم كل ٥ متر مسطح على جانبى ال Cage .

صب الخرسانه :

- يجب التأكد من خواص البنتونيت قبل عملية الصب مباشرة.
- إذا تأخرت عملية الصب أكثر من ٥ ساعات يجب إجراء عملية تقليب محلول البنتونيت مره أخرى.
- يتم صب الخرسانه بإستخدام ال Tremie Pipe (مزراب الخرسانة) ويجب أن تكون المواسير مغموره فى الخرسانه ٢ متر على الأقل كما هو موضح بالرسم .
- يجب رسم العلاقه بين الحجم الفعلى والحجم النظرى للخرسانة بحيث لا يزيد الحجم الفعلى عن النظرى بأكثر من ١٠% .

خواص الخرسانه :

- يجب ان لاتزيد درجة الحرارة الطازجه عن ٣٠° م
- القابليه للتشغيل (إختبار الهبوط) من ١٥ - ٢٠ سم.

- زمن الشك الإبتدائى فى حدود من ٥ –٦ ساعات.
- مقاومة الضغط بعد ٢٨ يوم ٢٨ Mpa .
- نفاذ المياه لخرسانة الحوائط لايزيد عن ٢سم لضمان سلامة حديد التسليح .

تنفيذ الحوائط الحاجزه بطريقة Slurry Walls :

- تتكون جميع الحوائط من الحوائط الخارجيه D.W وحوائط ال Slurry Walls (S.W) متعامده مع ال D.W وتقسم المحطه الواحده إلى ٣ Boxes .
- الهدف منها هو المساعده في عملية سحب المياه الجوفيه من داخل المحطه قبل عملية الحفر.

مكونات خلطة الـ Slurry

Bentonit	Cement	Water	**Fluidizers**	Unit Weight
35 Kg	250 -300 Kg	900 lit	1.5 lit	1.185 - 1.221 T / M3

خواص الـSlurry walls

Property	Unit	**Fresh Bentonit**	**Excavation Mud**
Unit Weight	T / M3	1.10 -1.20	1.20 - 1.25
Viscosity	Sec	> 35	> 40
Initial Setting	Hour	-	< 15

خطوات تنفيذ الـ Slurry Walls

١ تنفيذ الدليل Guide Wall

٢ تنفيذ أعمال الحفر بواسطة الجراب Grab

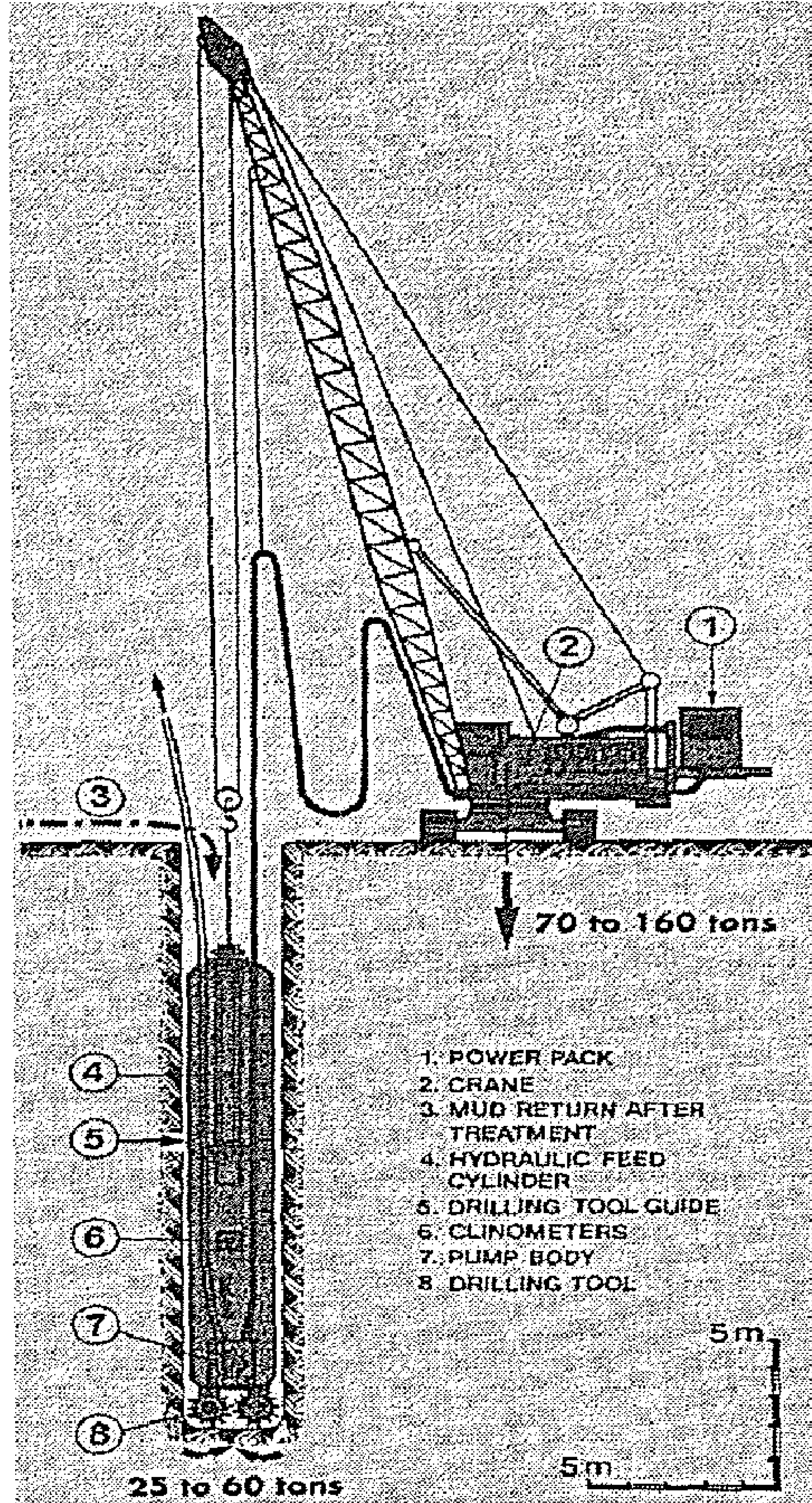
٣ صب محلول البنتونيت والأسمنت بحيث يفى بالأغراض التاليه :

ا– يجب أن يتحمل الحائط القوى الخارجيه.

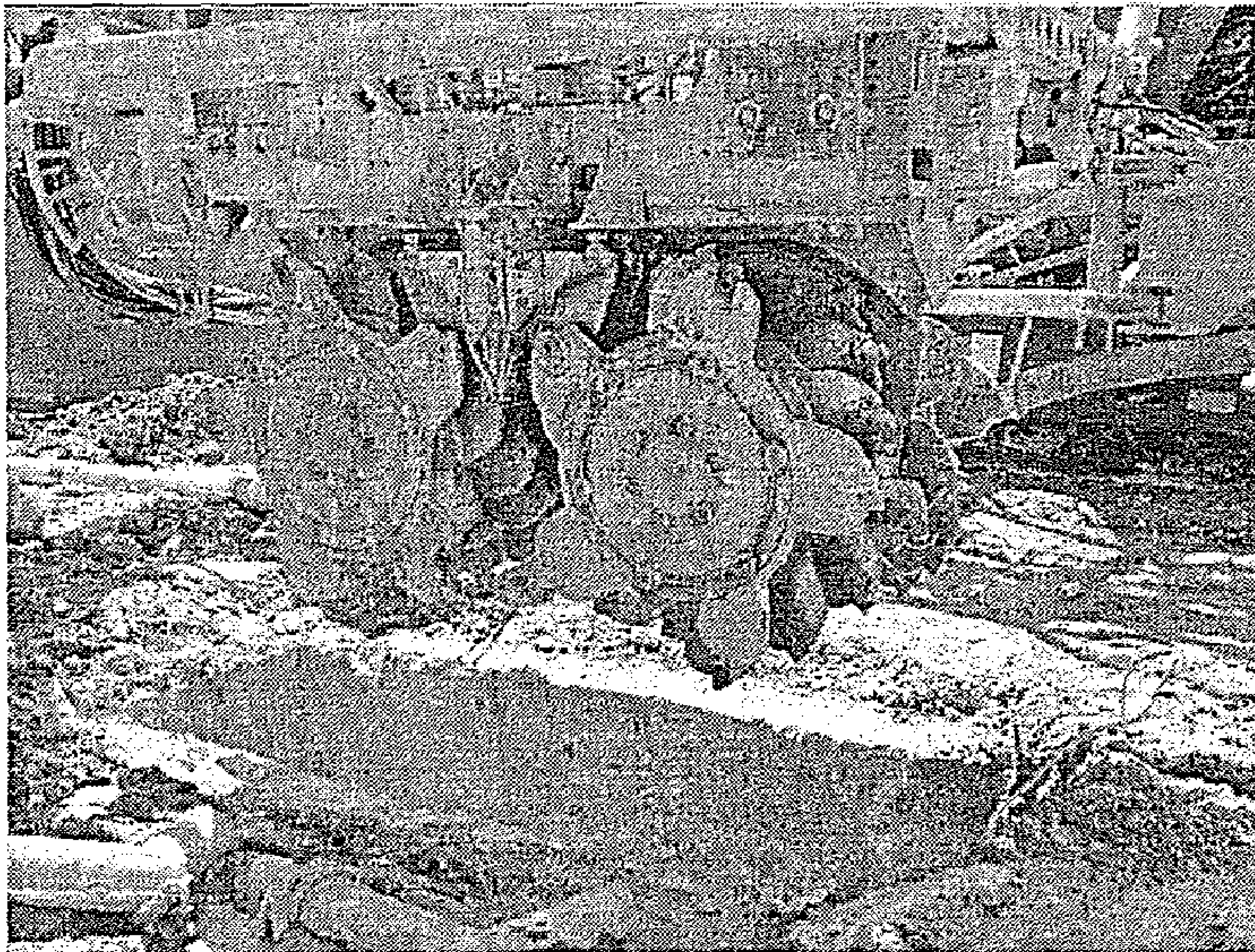
ب– يجب إزالته بسهوله بطرق الحفر العاديه.

جـ– يجب تحديد سمكه ومقاومته للجهود المعرض لها والعمق التصميمى المناسب.

د- يجب تنفيذها قبل تنفيذ ال D.W.



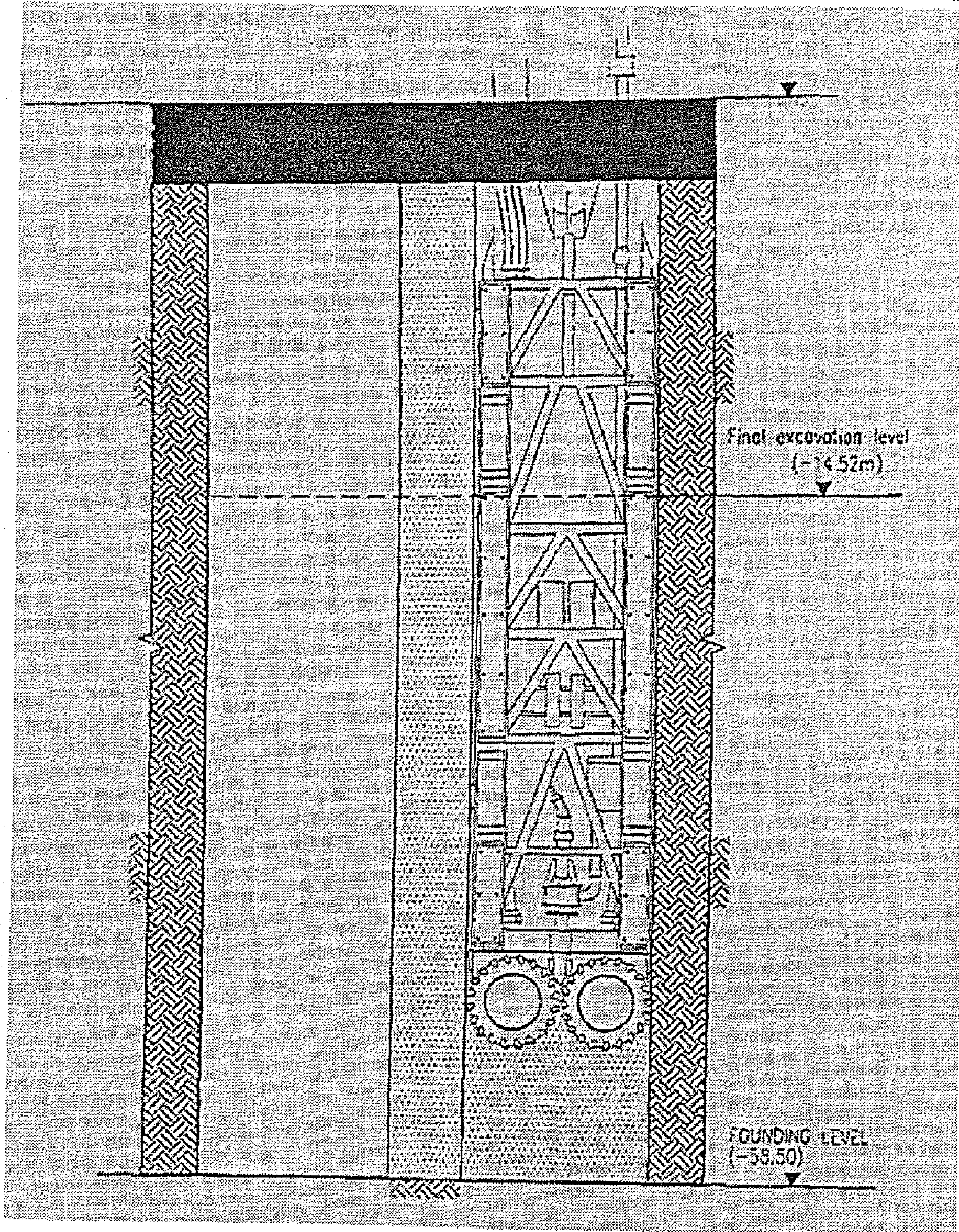
شكل (٤) حفارة حوائط الديافرام أثناء الحفر – طراز آخر



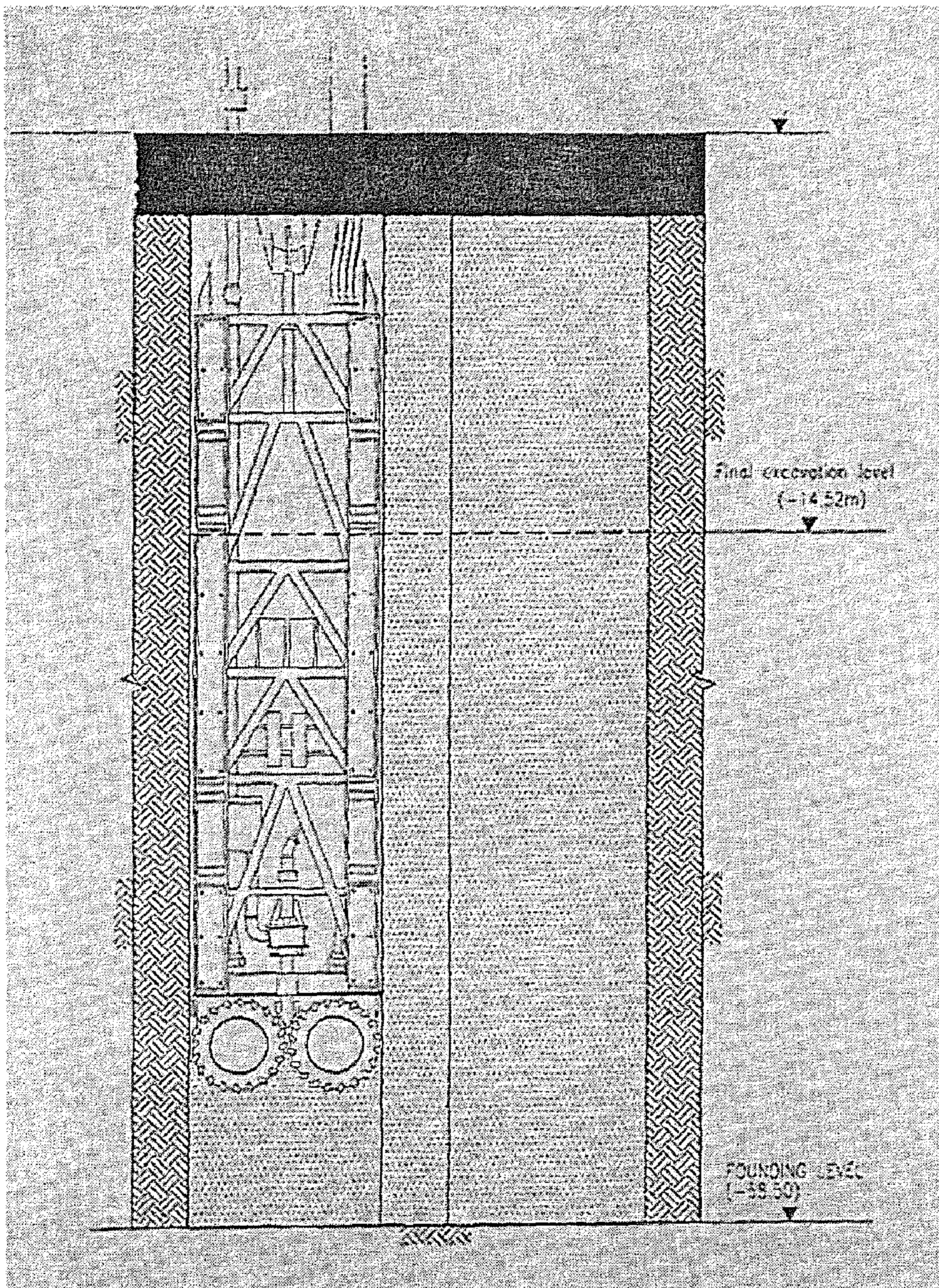
شكل (٤) الجزء القاطع من الحفارة

تقوم الحفارة من هذا الطراز بقطع وأزالة التربة بين حوائط الدليل وذلك بمقـاس = عرض الحائط + مسافة صغيرة للخلوص . يتم دفق البيتونايت الي الحفر . ناتج الحفر مع وجود مياه أرضية يكون روبة . تضخ هذه الروبة بواسطة طلمبة الروبة الموجودة بين التروس القاطعة من أسفل . تضخ الروبة الي الخارج عن طريق خراطيم بالمعدة الي الخارج .

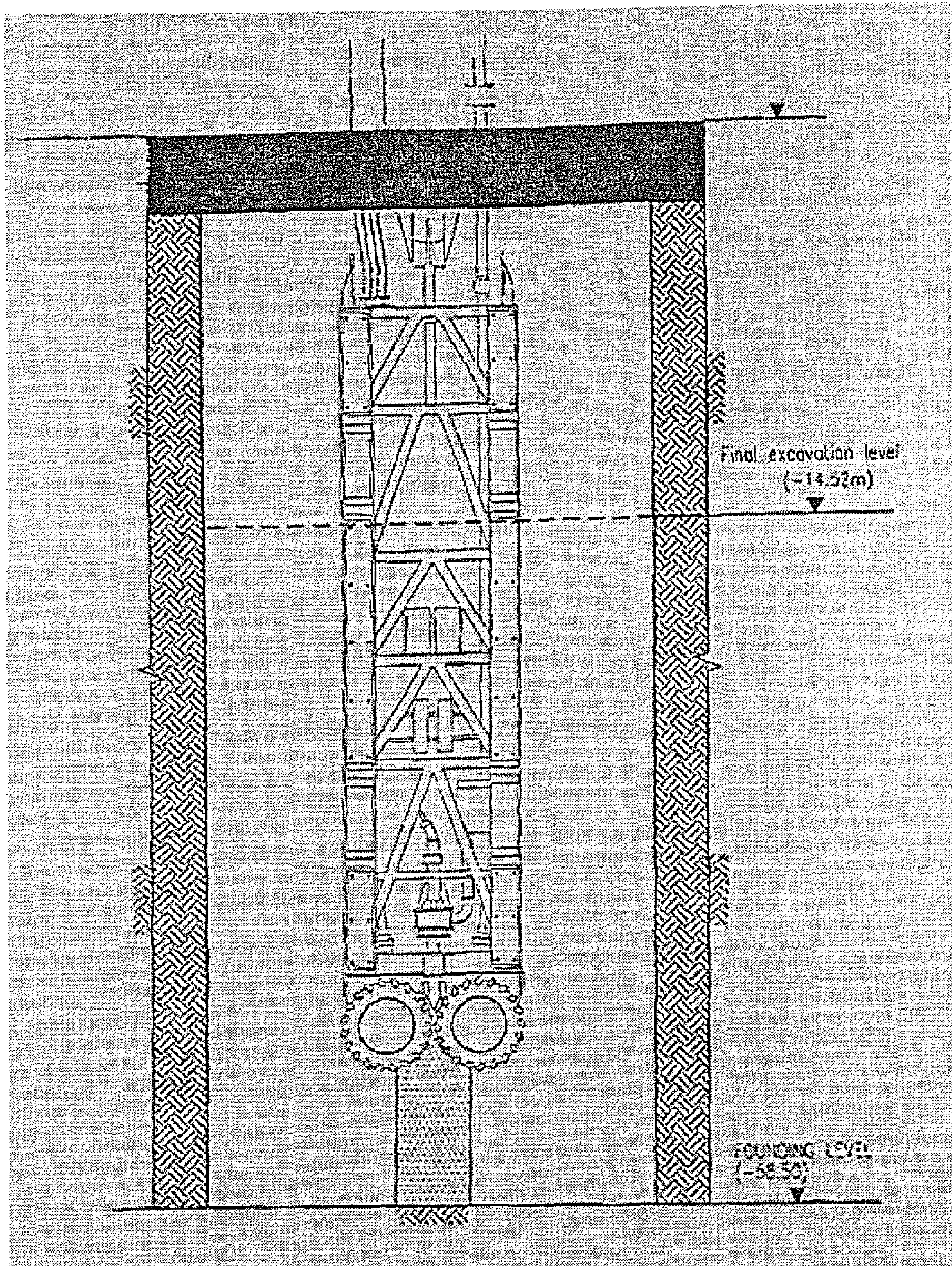
يلاحظ في هذه المعدة عدم الأحتياج الي ألواح النهاية المعدنية Stop End .



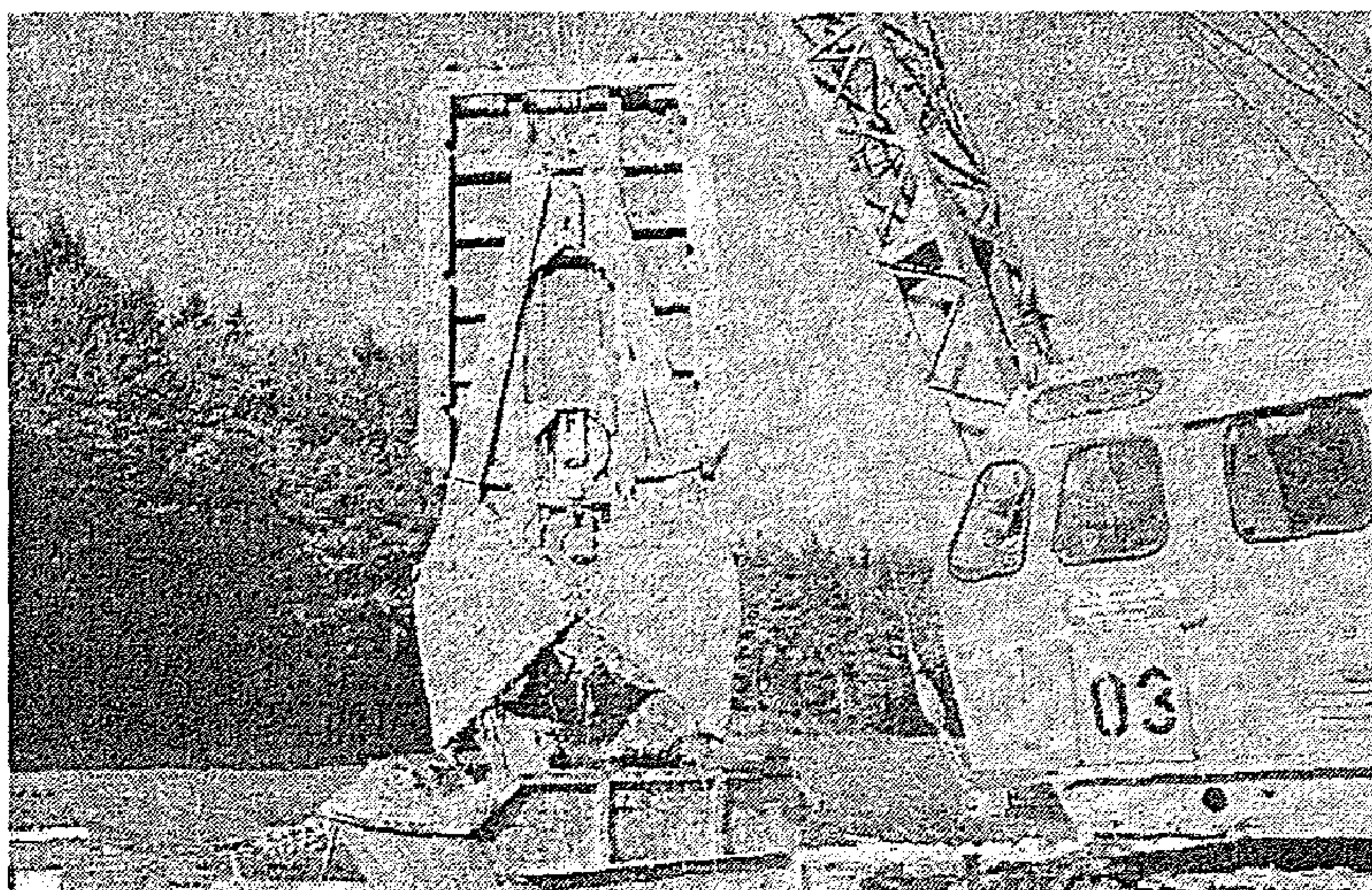
شكل (٤) حفر الجزء الأيمن من الحائط



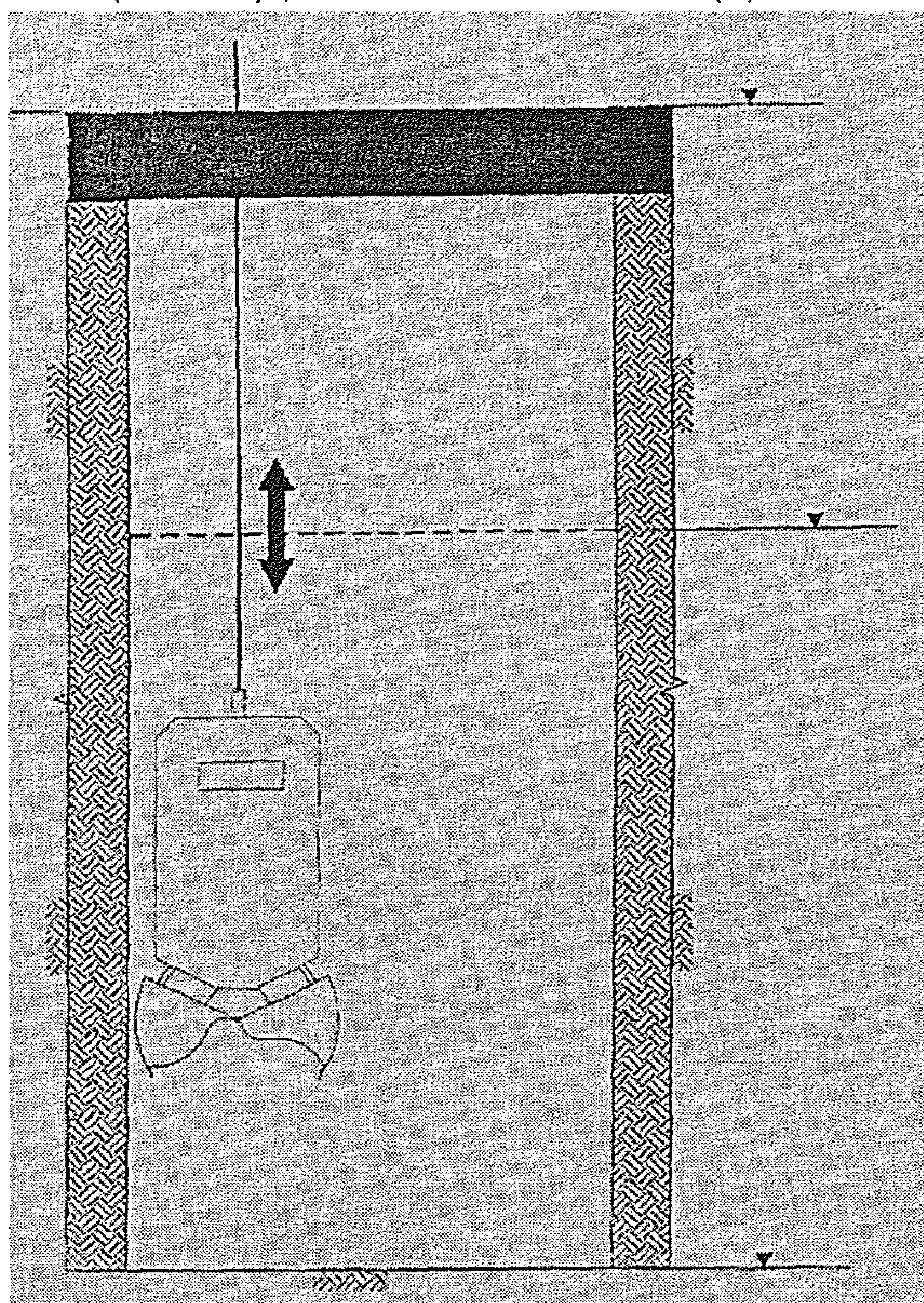
شكل (٤) حفر الجزء الأيسر من الحائط



شكل (٤) حفر الجزء الأوسط المتبقي من الحائط



شكل (٥) حفارة Grab لحوائط الديافرام (طراز آخر)



شكل (٥) تنظيف الحفر و أزالة السواقط باستخدام الجراب

اعداد وتنزيل حديد التسليح :

يتم تجهيز حديد التسليح علي شكل قفص بطول الأسياخ وكذلك لحام الكانات العرضية. عند تجهيز التسليح في الورشة ، ينقل الي موقع العمل . يقوم الونش برفعه ثم تنزيله داخل الحفر مع تثبيت التخانات المقررة للغطاء الخرساني (٧ سم) . قد يتطلب عمق الحفر أكثر من قفص تسليح ، وعند ذلك يتم تنزيل أول قفص ويبقي الأطراف الأخيرة لحديد التسليح .يثبت هذا القفص ثم نأتي بالقفص الثاني ويتم لحام الوصلات مع بعضها ثم ننزل القفصان وهكذا .

صب خرسانات حوائط الديافرام :

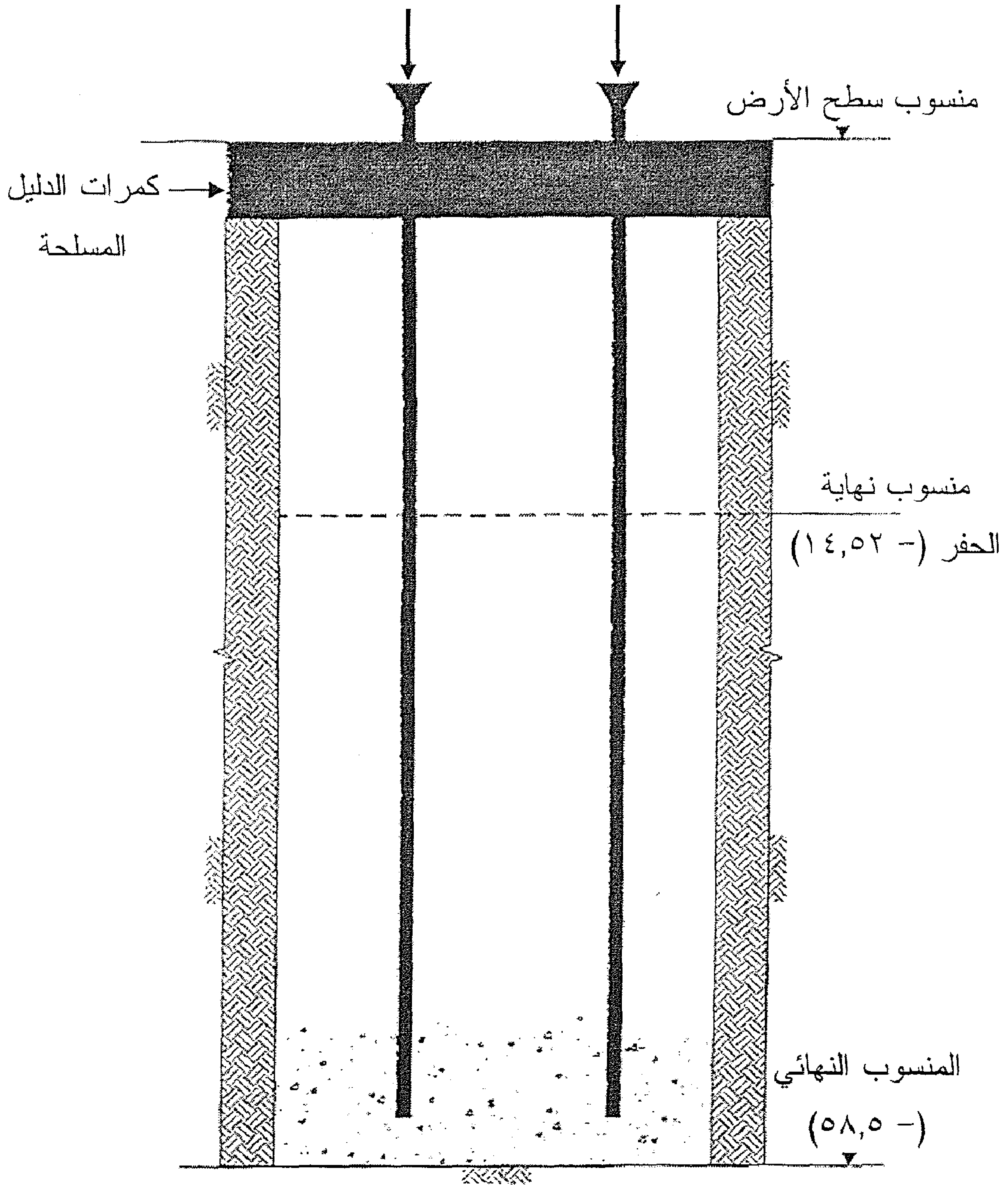
بداية الصب :

١ – تركيب ٢ مزراب Tremie Pipe (قمع مزود بمواسير تصل الي مسافة ٢٠ سم من قاع الحفر) .يستقبل هذا القمع الخرسانات الخضراء ويوجها الي أسفل – شكل (٦) .

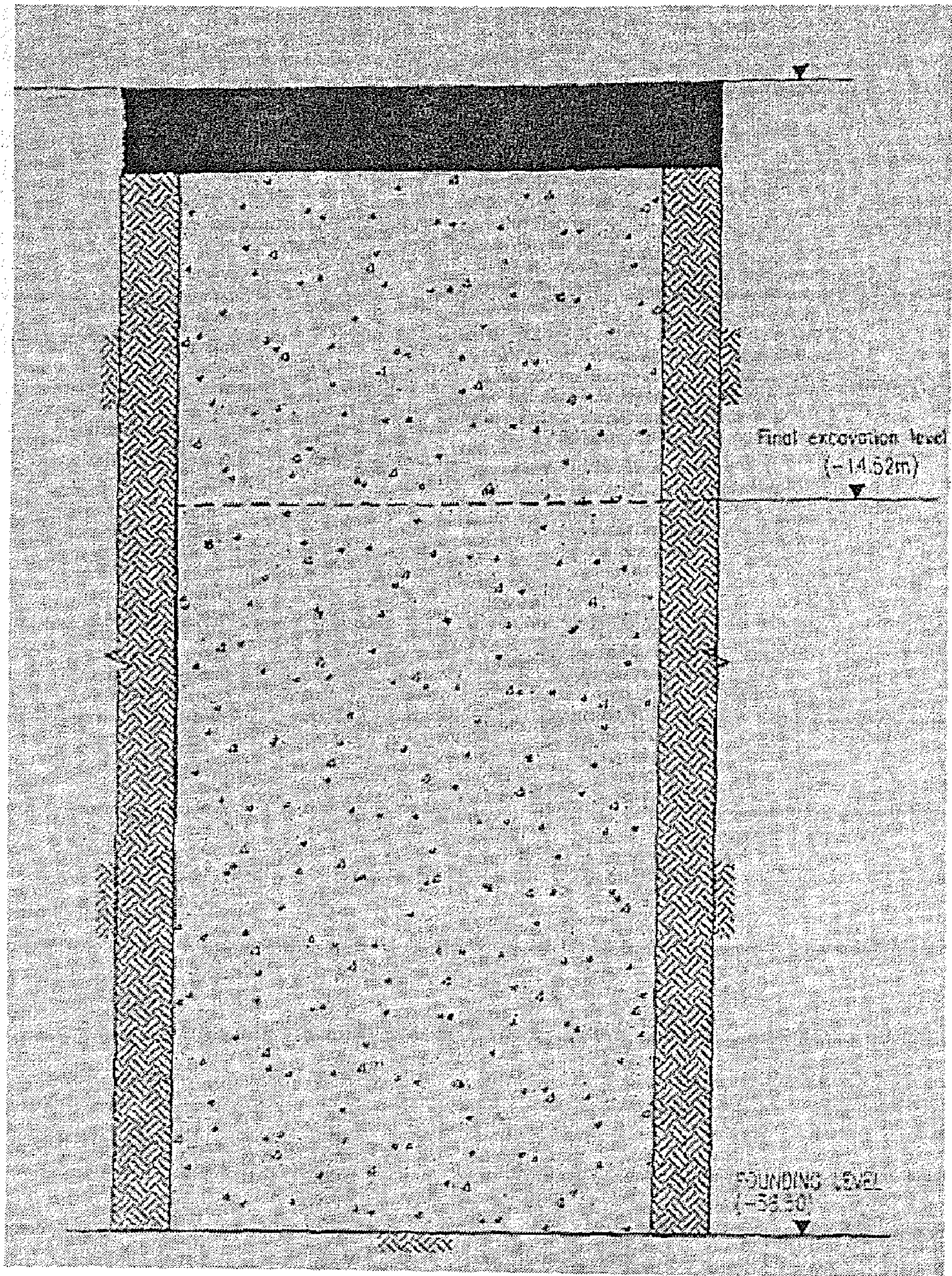
٢ – عند أمتلاء القمع بالخرسانة ، يقوم مشغل الونش برفع المزراب ١٠ – ١٥ سم . تتدفق الخرسانة الي القاع ثم يملأ القمع مرة أخري وهكذا .

يلتزم مشغل الونش بجعل نهاية ماسورة المزراب من أسفل مغمورة باستمرار في الخرسانة الخضراء .

السبب في ذلك أنه قد ينهار جزء أو أجزاء من جوانب الحفر ، في هذه الحالة يسقط علي سطح الخرسانة الجاري صبها ولا يختلط بها . وباستمرار الصب وعند أكتمال صب الحائط ، نري مخلفات الأتربة الساقطة ويتم أزالتها بسهولة .



شكل (٦) صب حوائط الديافرام



شكل (٦) حائط الديافرم بعد نهو الصب

نموذج توكيد وضبط الجودة QA/QC Form

تقرير رقم :		التاريخ :	
المشروع :		العميل :	
الموقع :		مهندس الموقع :	

بيانات الحائط :

حائط رقم :		عمق الحفر	
سمك الحائط :		عرض الحائط :	
عمق الحائط :		منسوب الأرض :	
منسوب سطح المياه :		هبوط الخرسانه :	
حجم الخرسانة الفعلى :		حجم الخرسانة النظرى :	

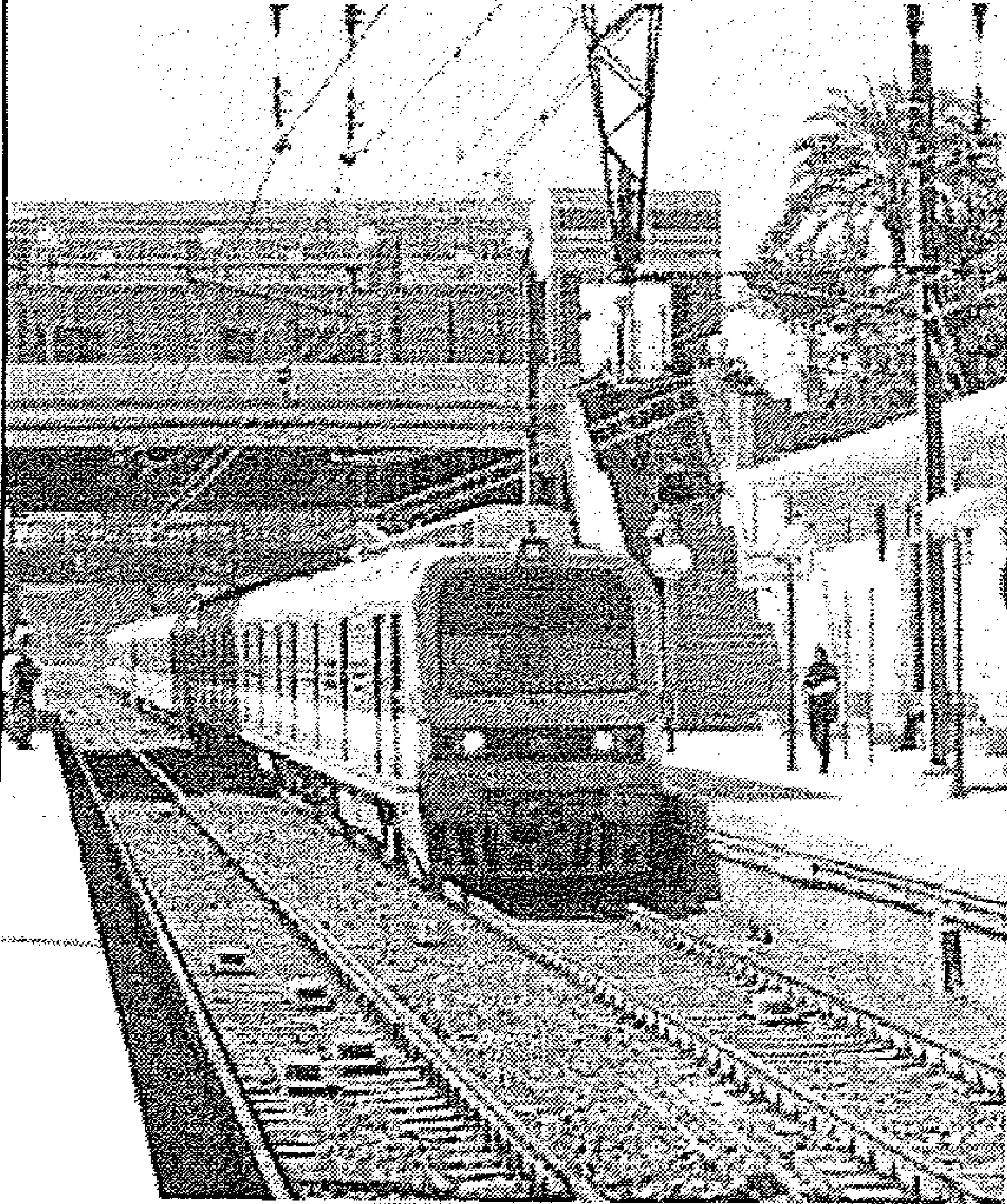
خواص محلول البنتونيت :

وزن وحدة الحجوم :		قلوية المحلول PH :	
لزوجة المحلول :		نسبة الرمل :	

حديد التسليح :

تجميع حديد التسليح :		تركيب القفص الحديد :	
هل إرتفع القفص أثناء أو بعد الصب:			

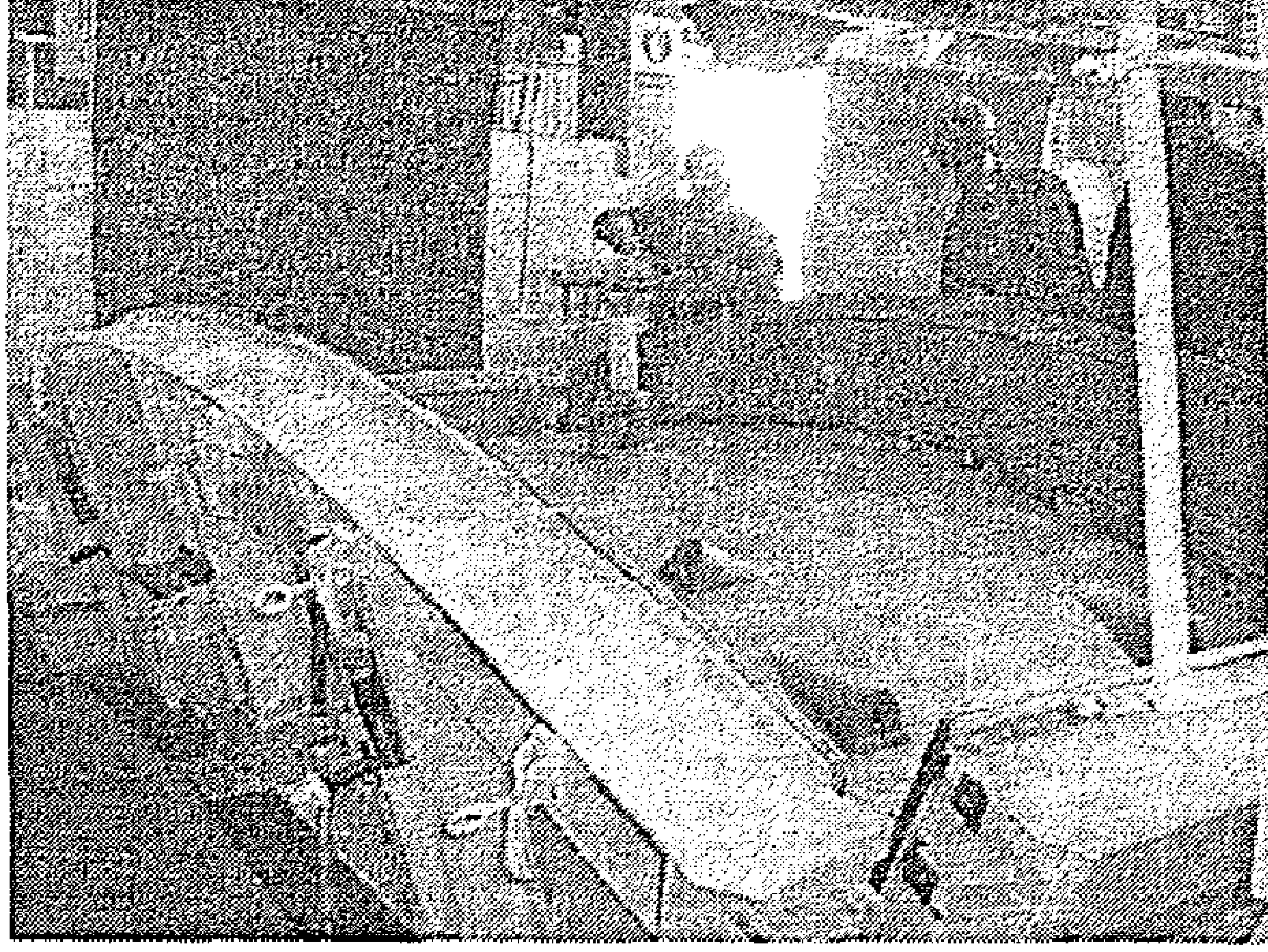
البيان	مهندس الشركة	الإستشارى	مهندس المالك
الإسم :			
التوقيع :			
التاريخ :			



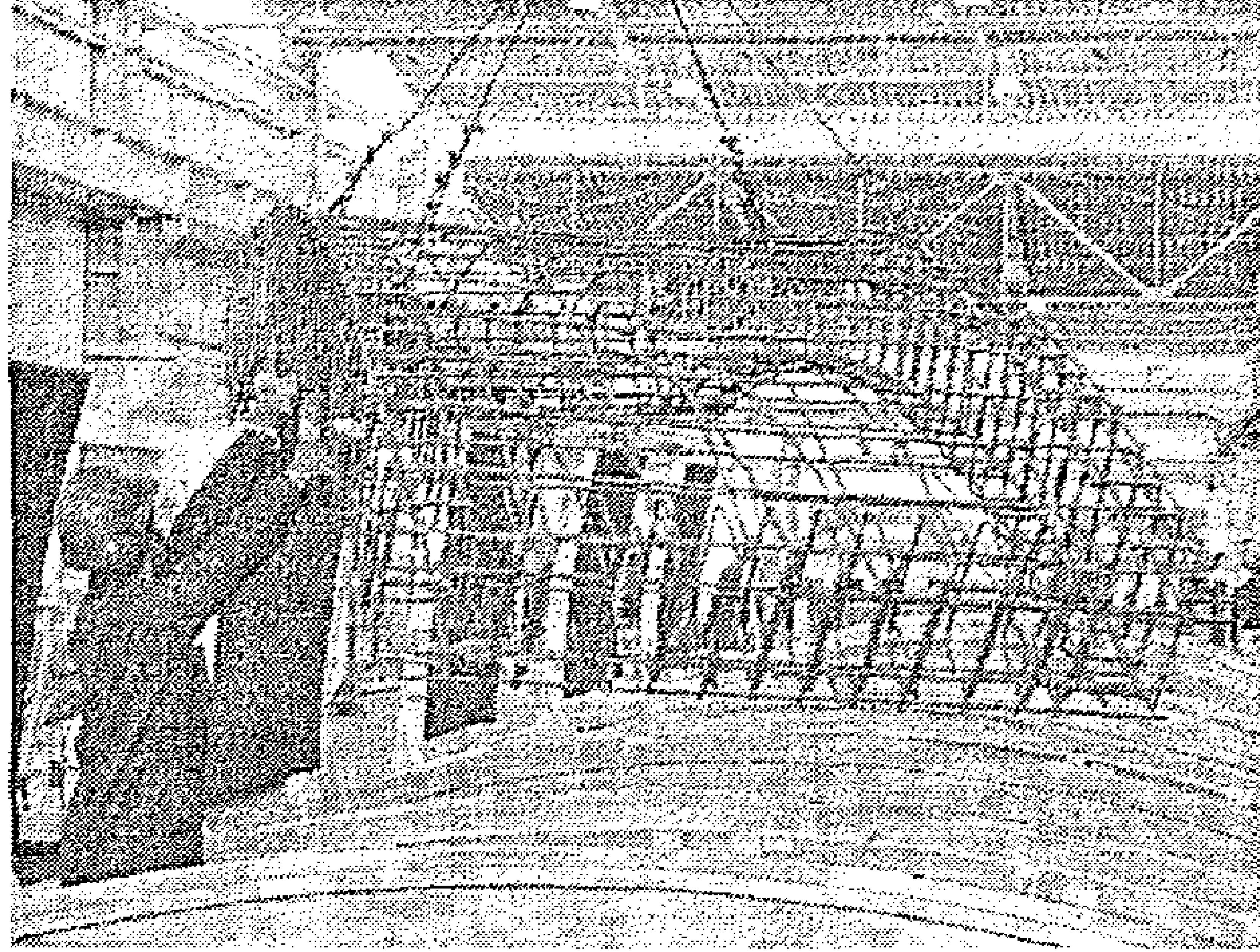
الباب الرابع عشر

تصنيع ونقل القطع الخرسانية المكونة لجسم النفق

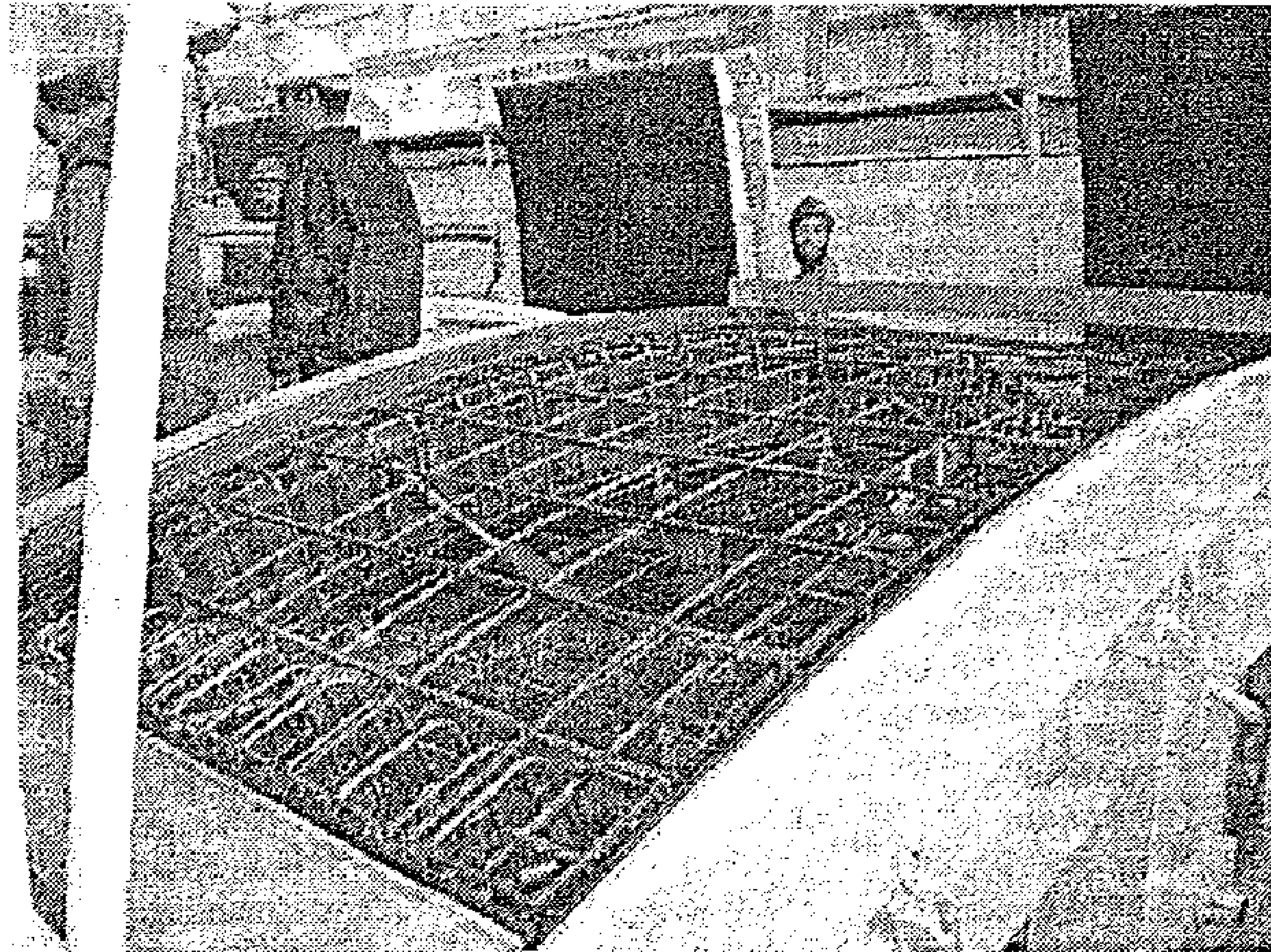
تصنيع ونقل القطع الخرسانية المكونة لجسم النفق



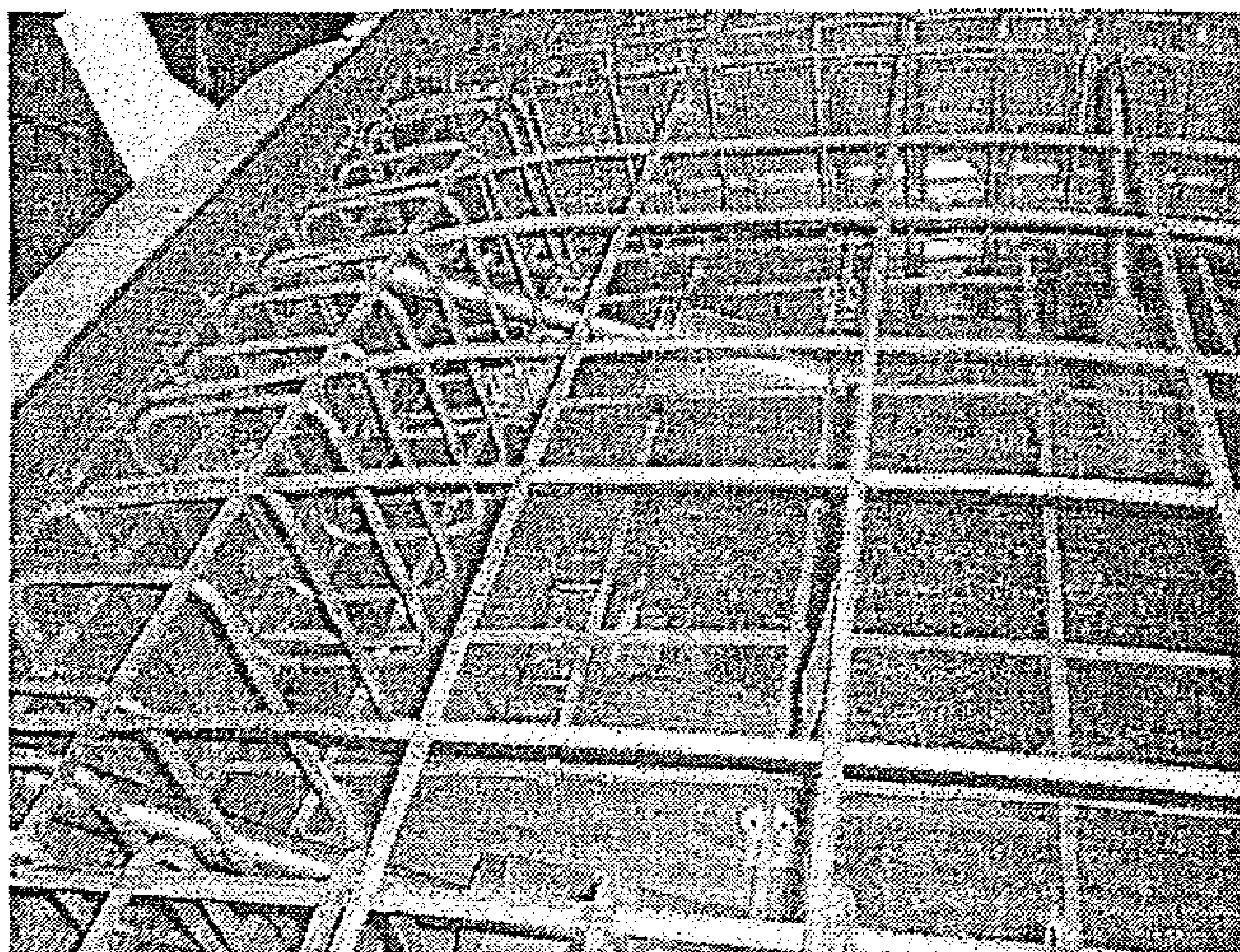
أعداد وتجهيز الفرمة المعدنية لصب الشريحة الخرسانية



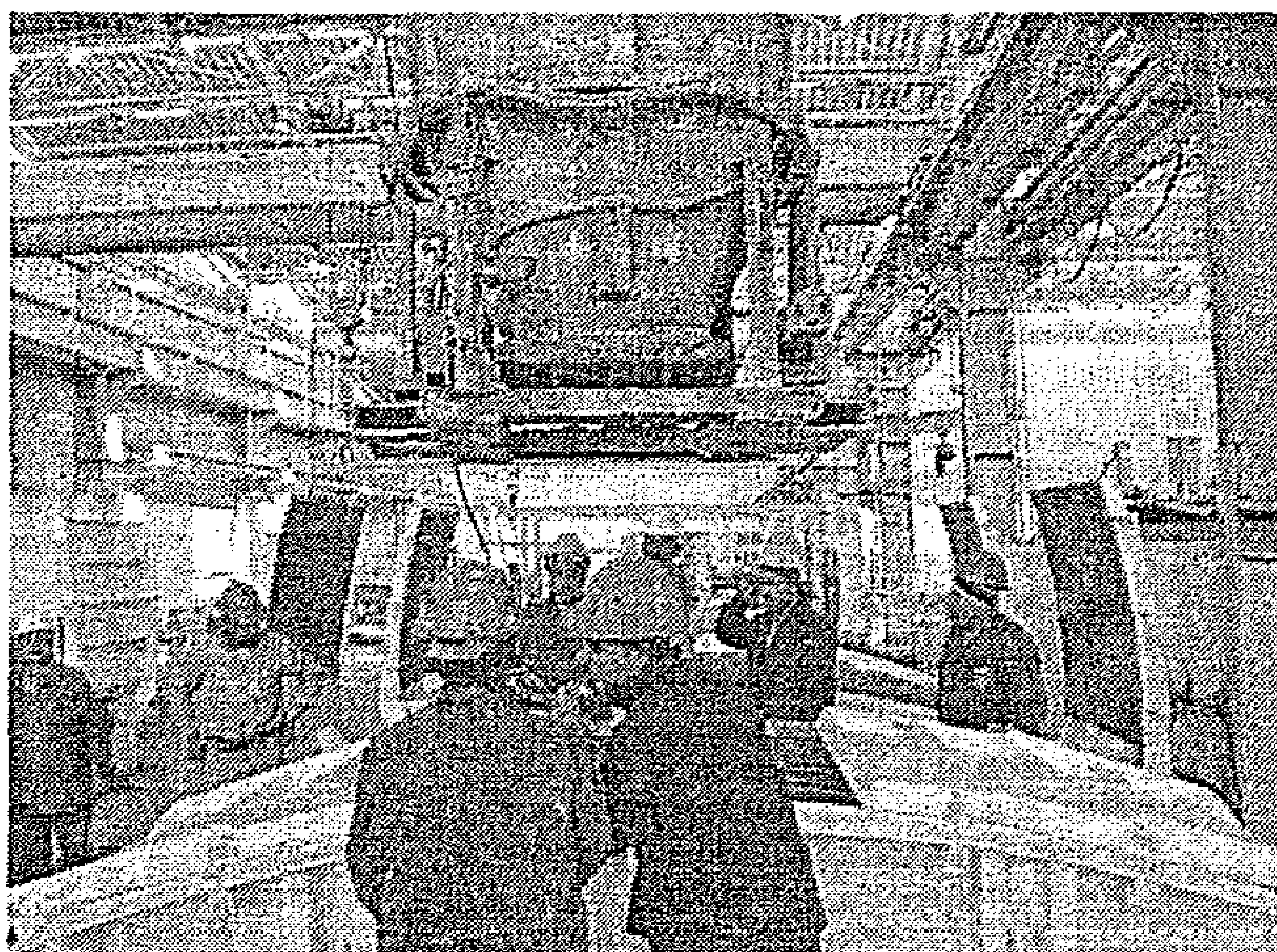
تجهيز تسليح الشريحة الخرسانية



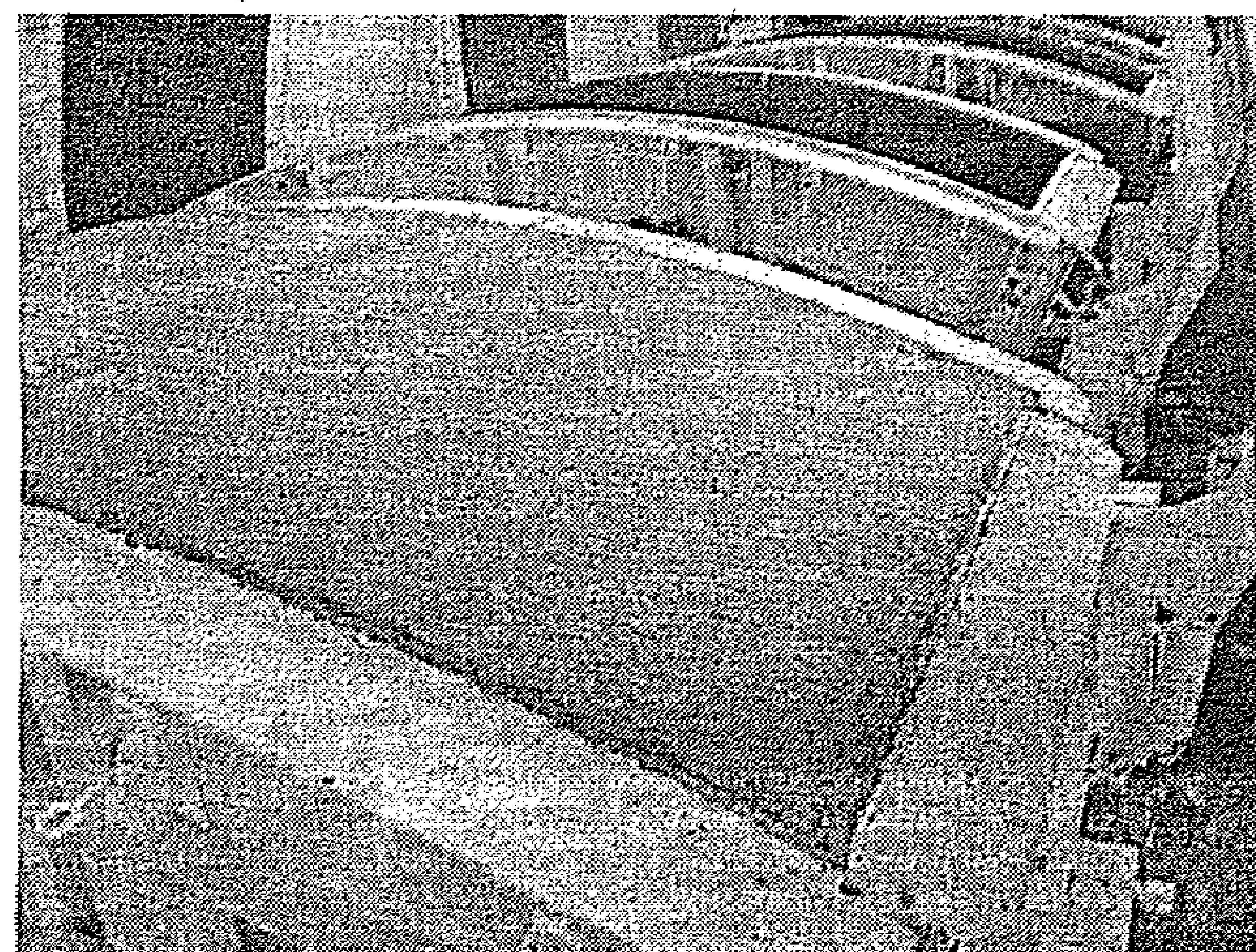
ضبط تسليح الشريحة الخرسانية Segment داخل الفرمة داخل ورشة التصنيع



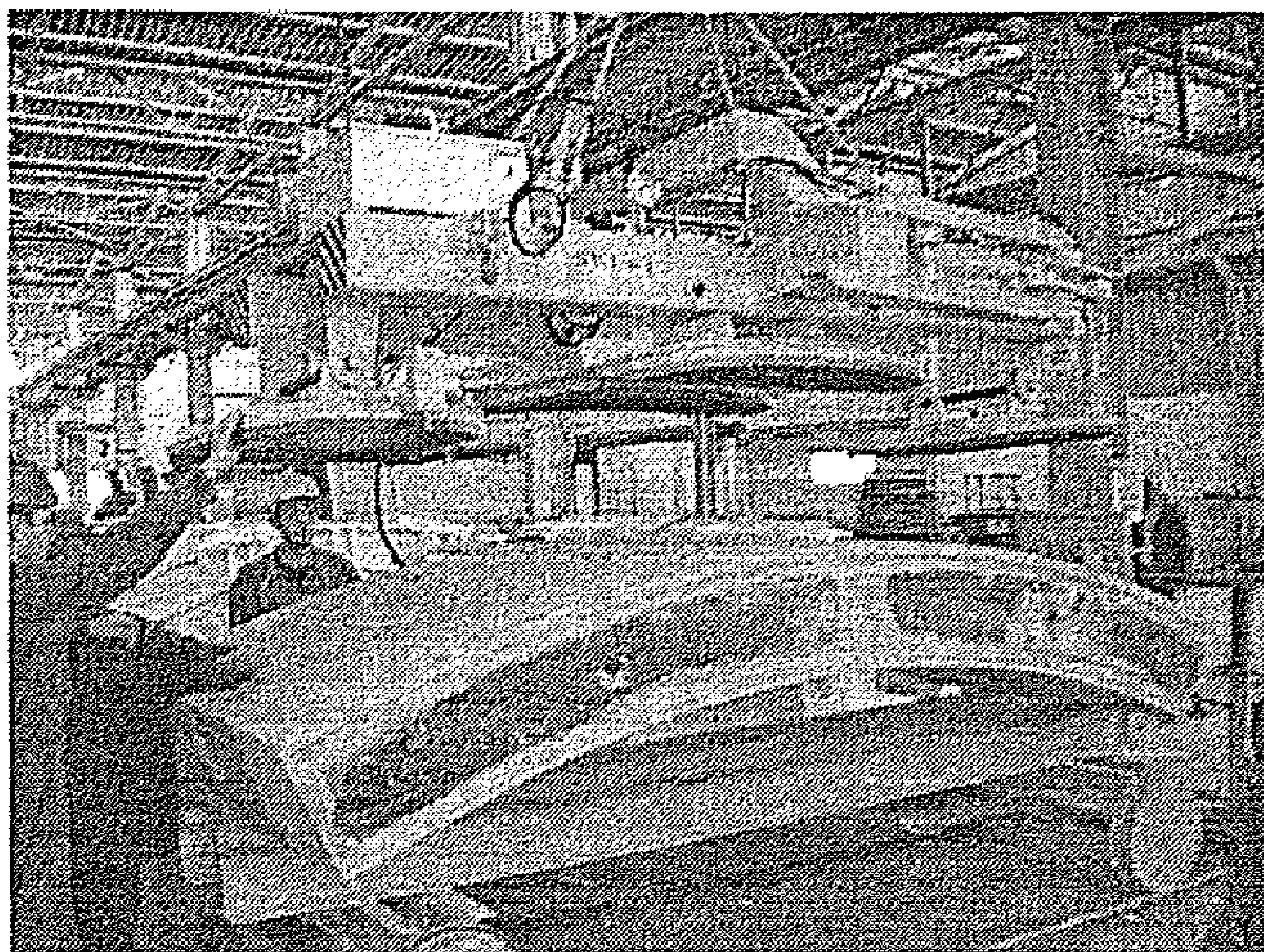
ضبط تسليح الشريحة الخرسانية Segment داخل الفرمة داخل ورشة التصنيع



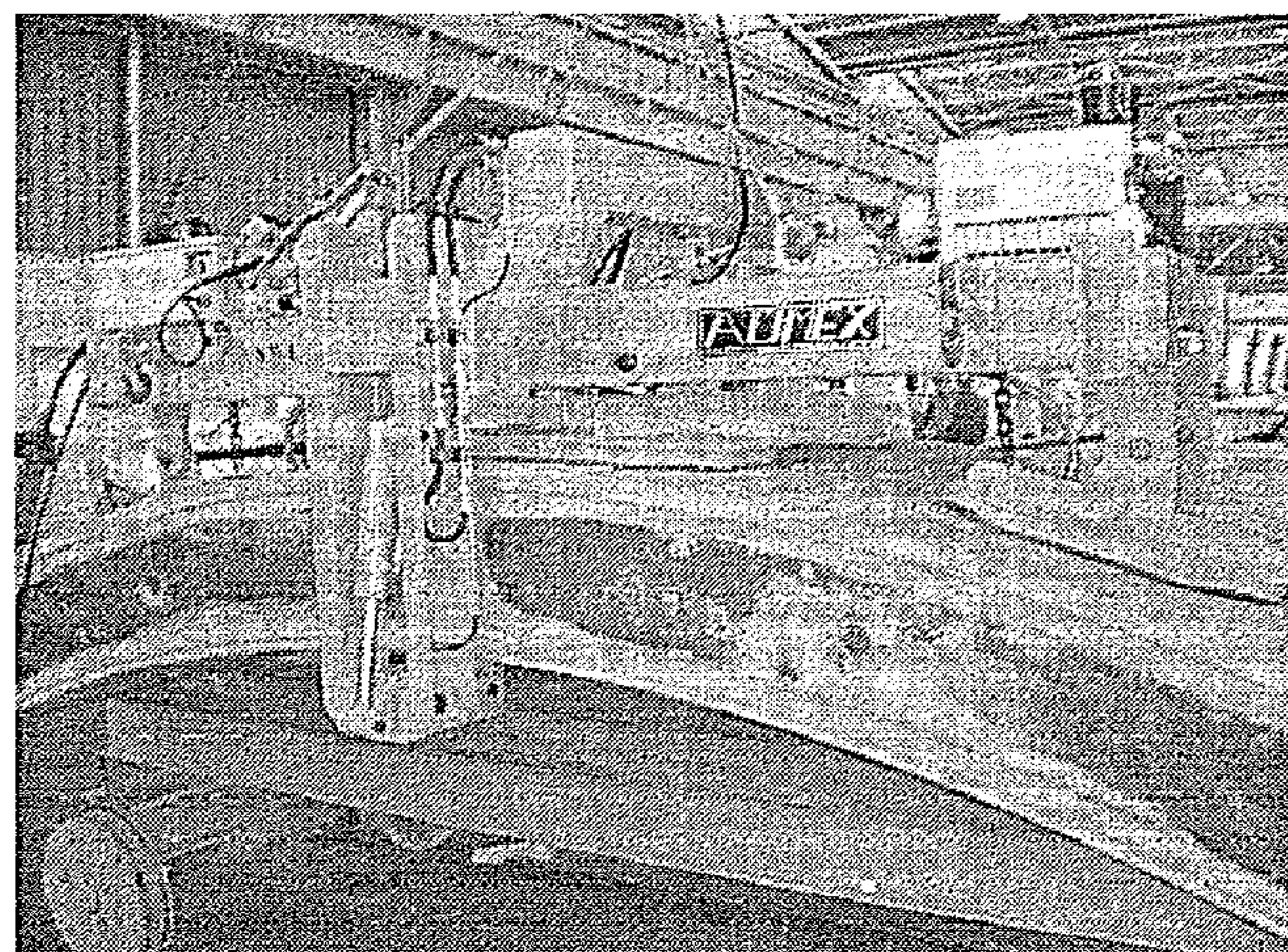
صب الشريحة الخرسانية بورش التصنيع



الشريحة الخرسانية بعد أتمام الصب



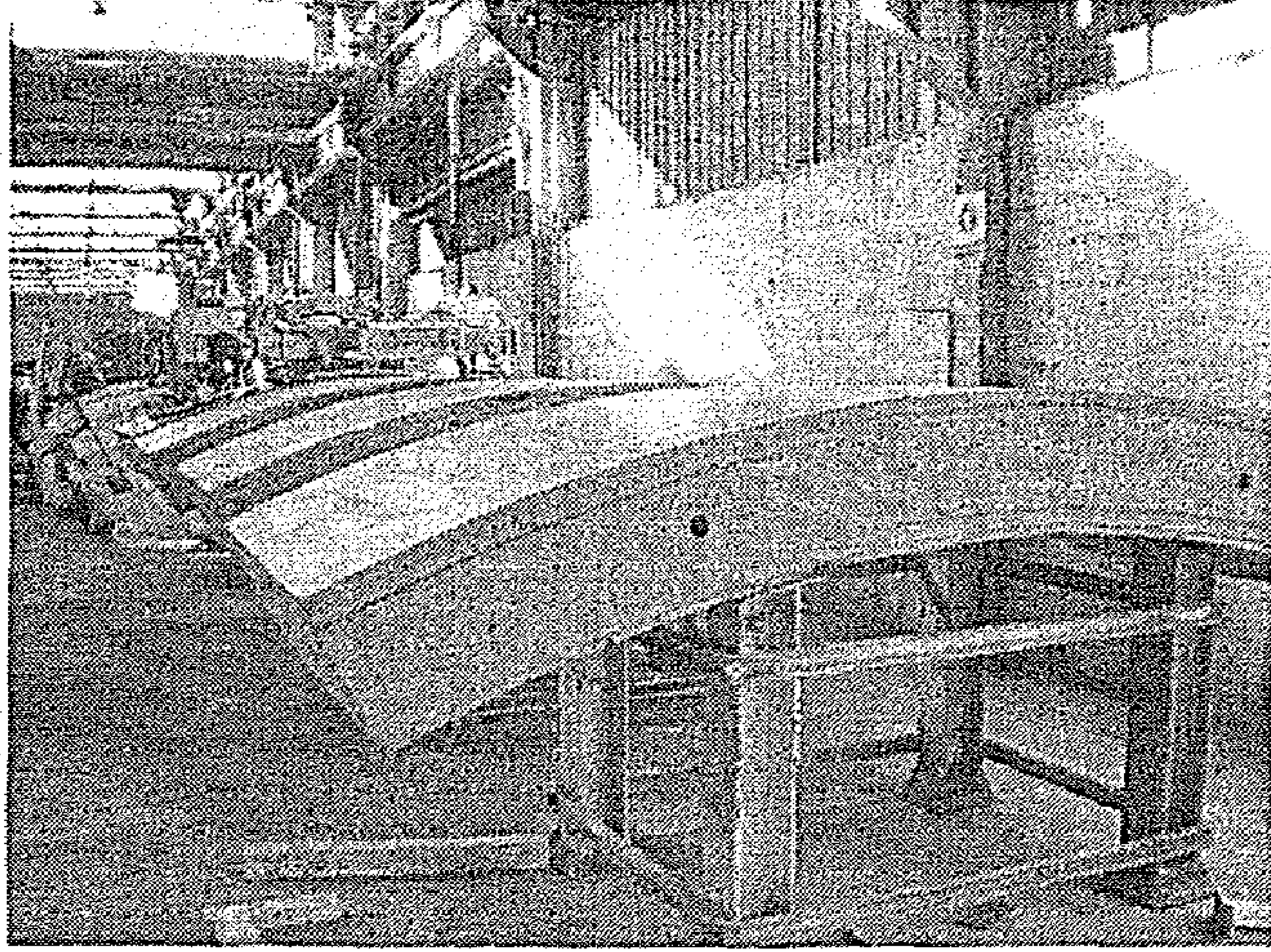
تحميل القطع الخرسانية من الورشة للنفق



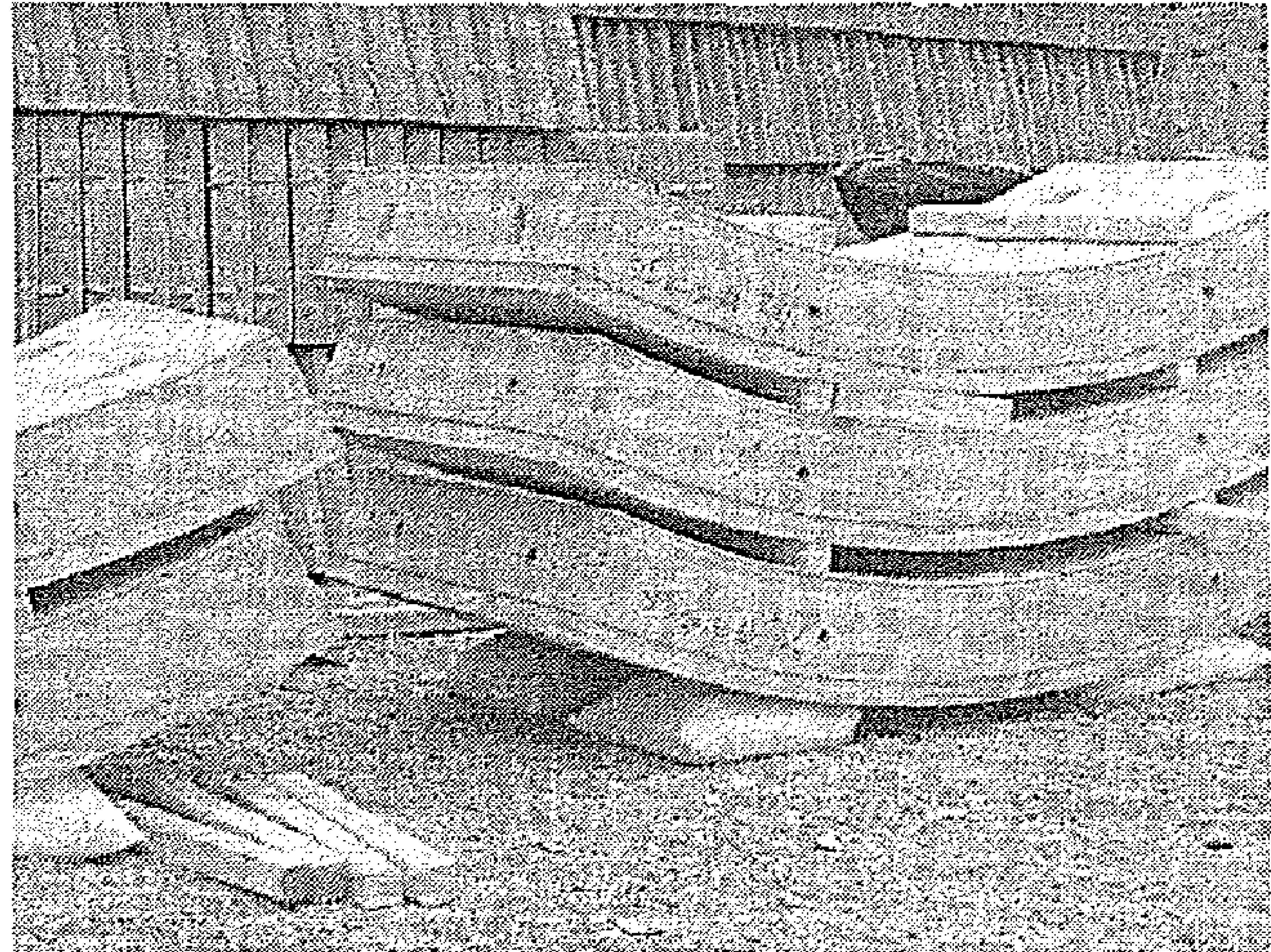
تحميل القطع الخرسانية من ورشة التصنيع الي النفق



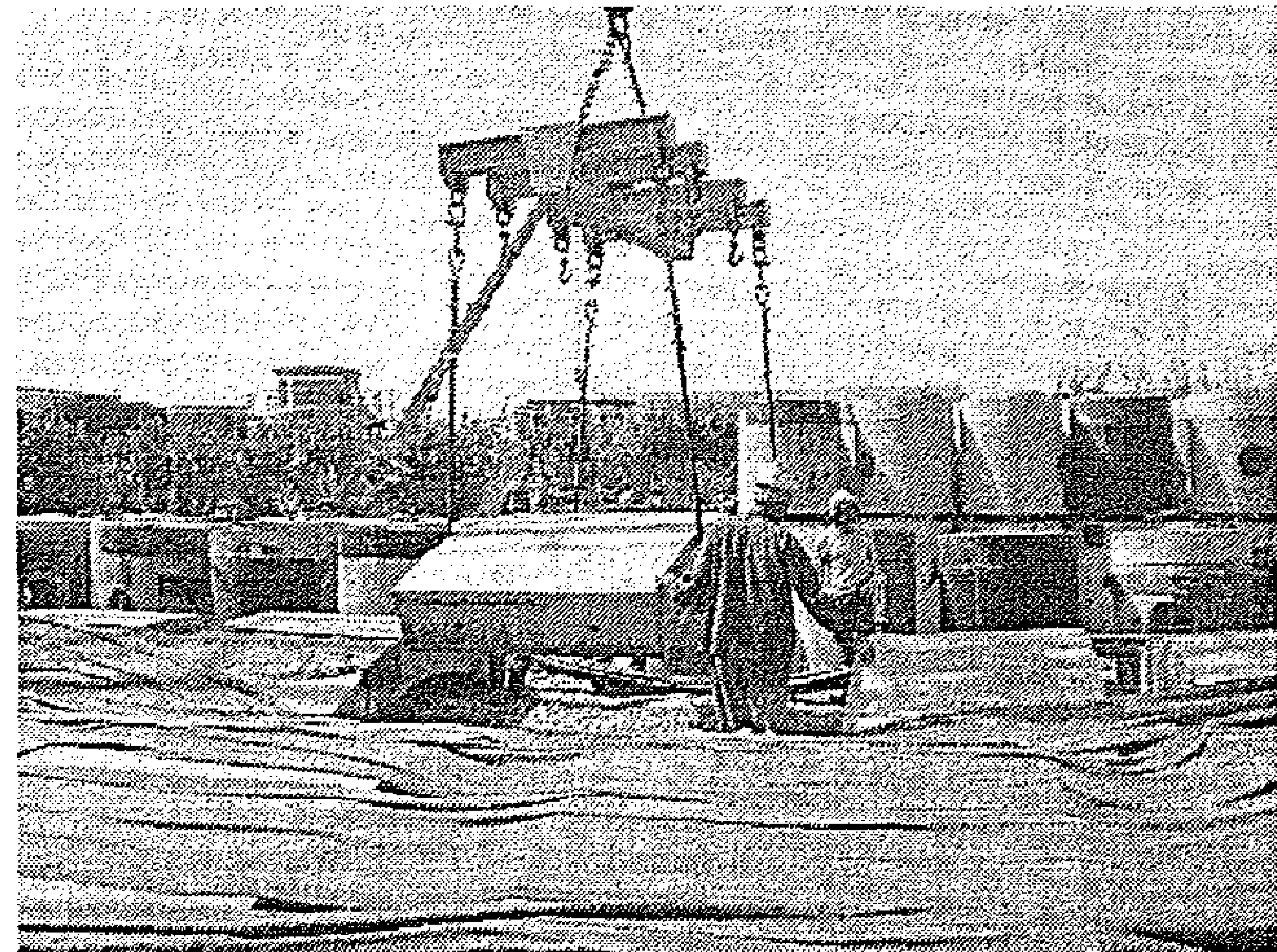
تحميل الشرائح الخرسانية من ورشة التصنيع الي النفق



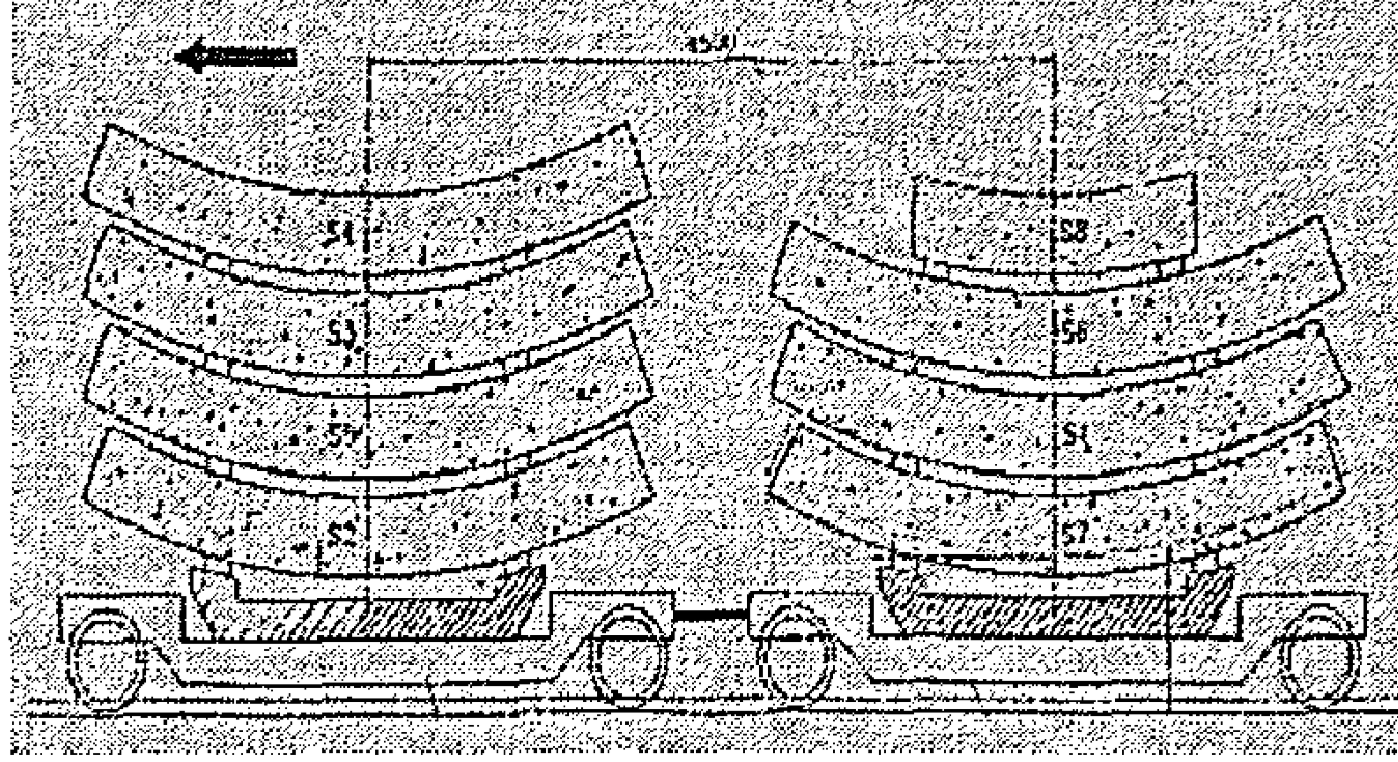
أعداد القطع الخرسانية بورشة التصنيع



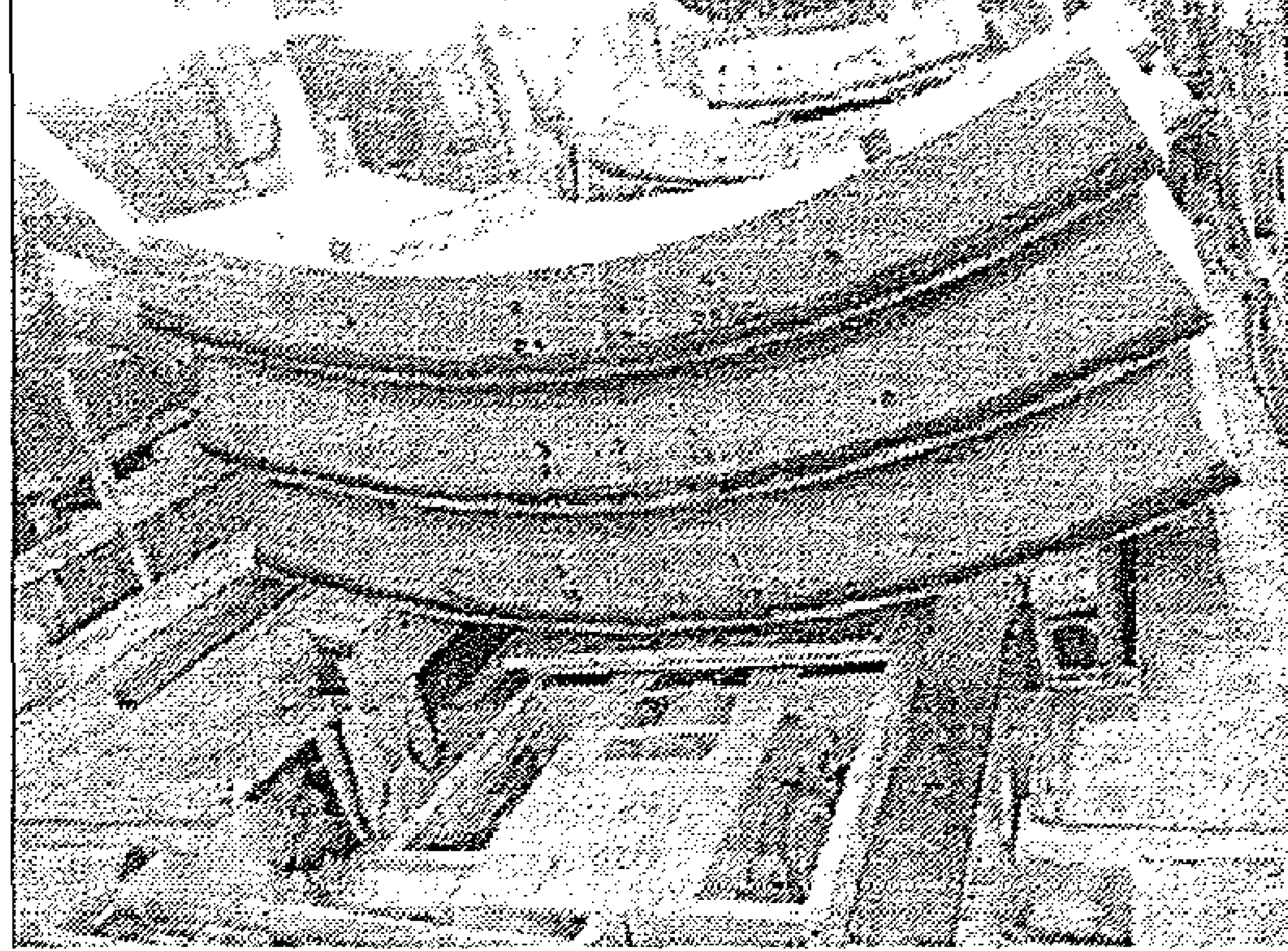
تشوين القطع الخرسانية



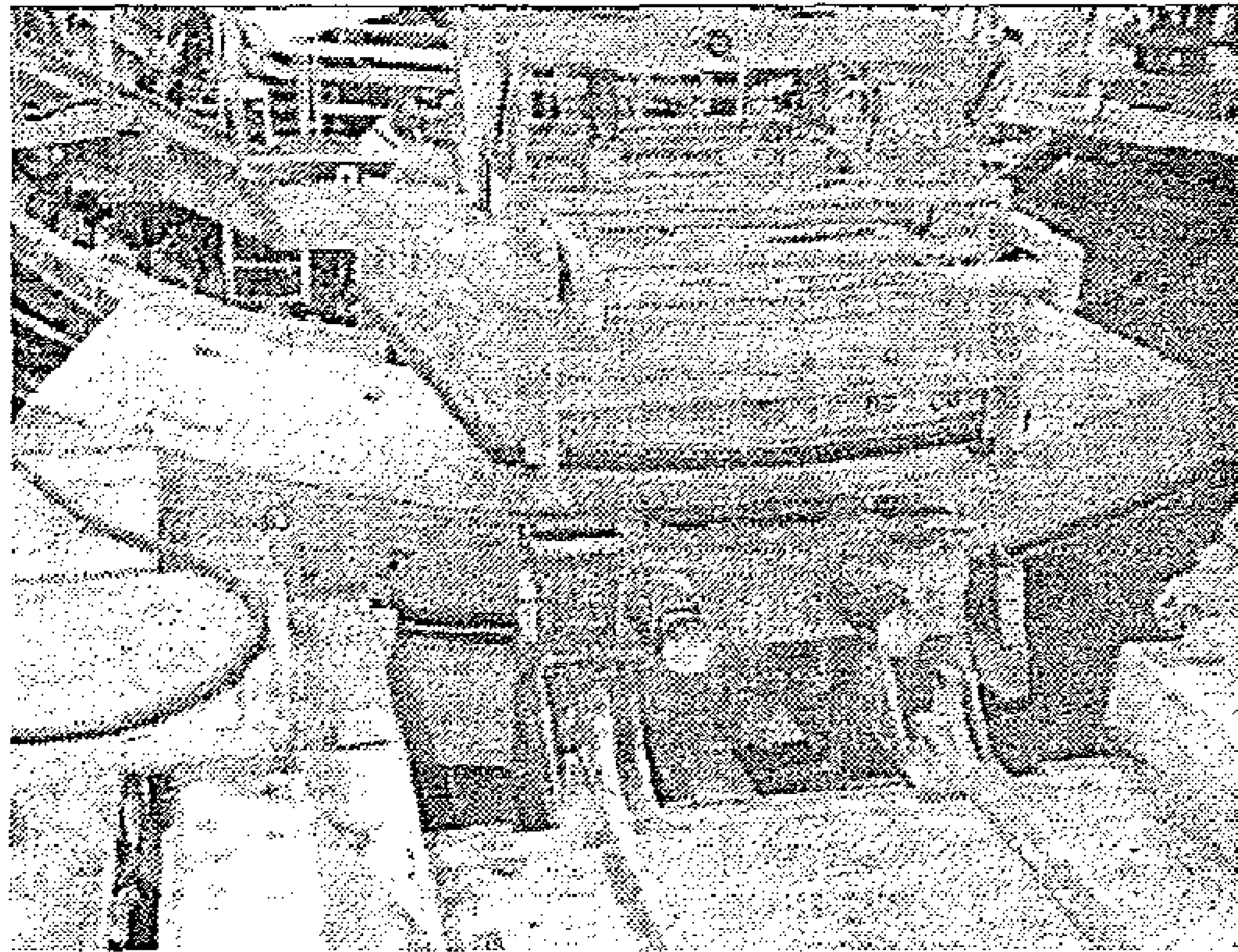
تحميل الشرائح الخرسانية من المخزن الي الموقع



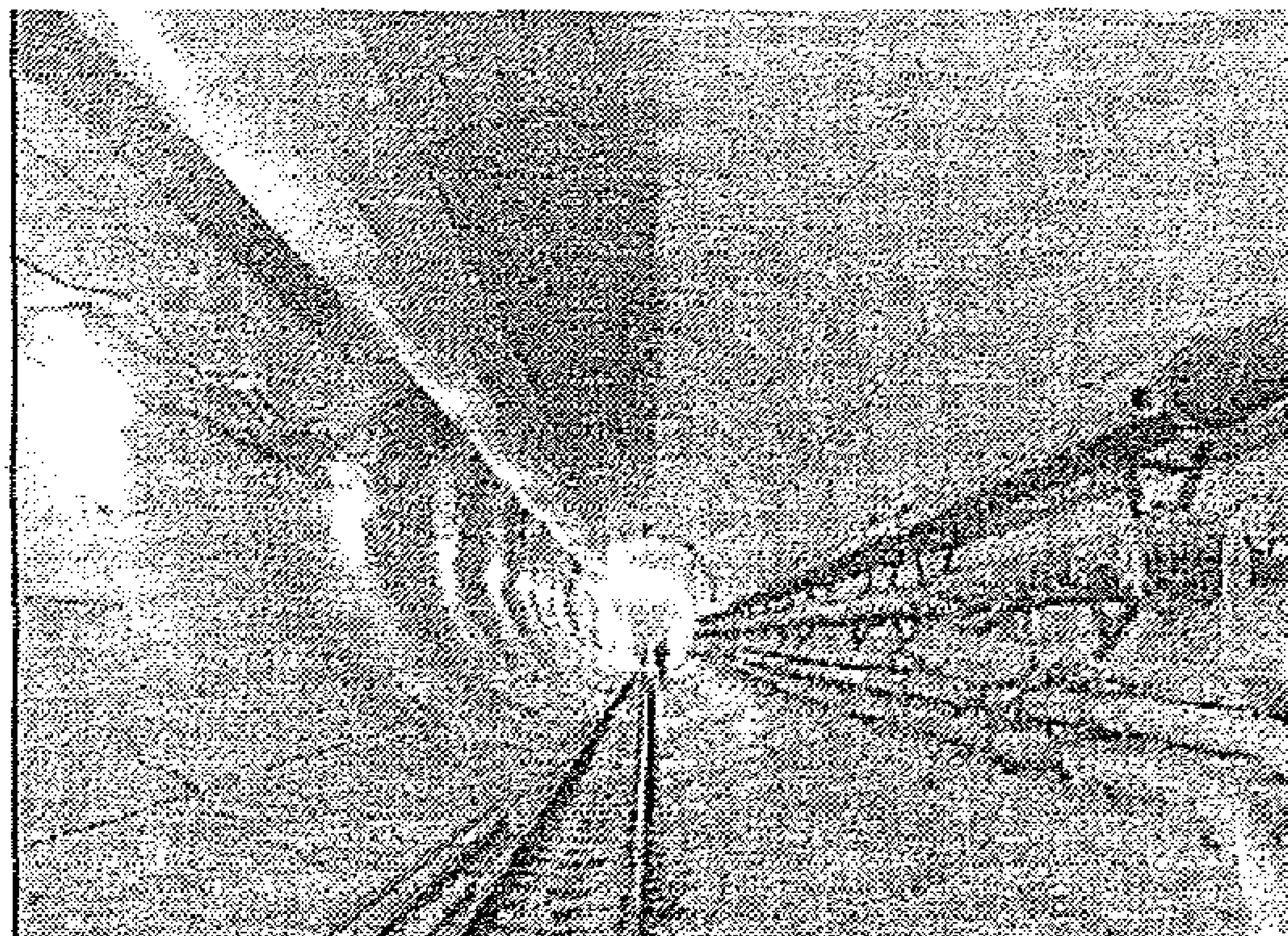
نقل القطع الخرسانية الي ماكينة التركيب Erector

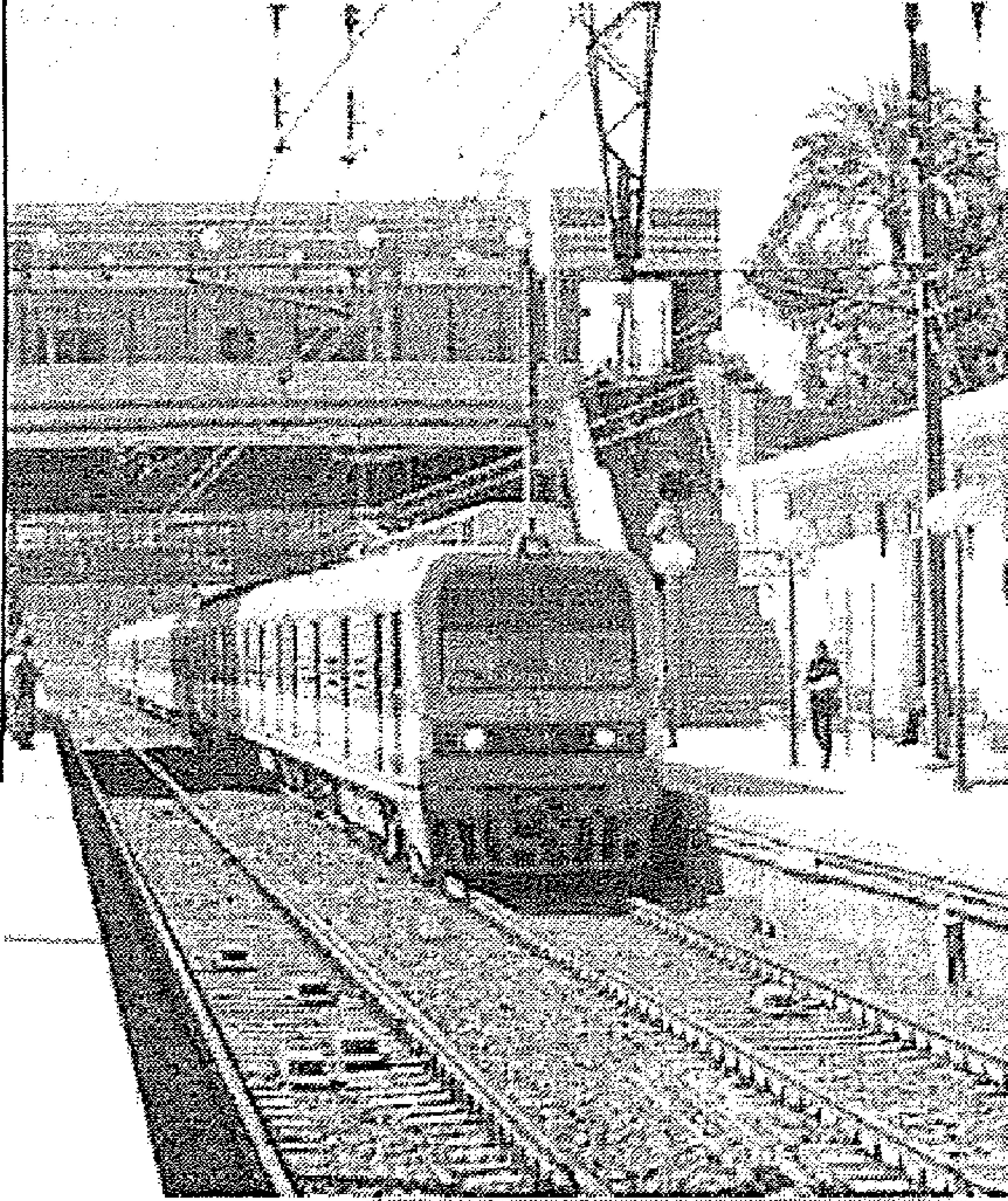


نقل القطع الي داخل النفق



تعتيق القطع الخرسانية





الباب الخامس عشر

حفر و أنشاء النفق
مترو أنفاق القاهرة ـ المرحلة الثالثة

حفر خطوط مترو أنفاق القاهرة – المرحلة الثالثة

الحفارة (Tunnel Boring Machine (T.B.M :

المسار النفقى :

- المسار النفقي تم تنفيذ ه بماكينة حفر الأنفاق Tunnel Boring Machineحيث يتم تثبيت التربة أولا أمام الماكينة بمحلول البنتونيت تحت ضغط معين ، ثم بعد ذلك يتم الحفر مع نقل ناتج الحفر أولا بأول إلى محطة التنقية بطلمبة الروبة حيث يتم البنتونيت من ناتج الحفر ويعاد تشغيله من جديد .
- بعد أن يتم الحفر تتم أعمال تركيب وحدات النفق أولا بأول .

تتكون معدة حفر الأنفاق من :

- معدة الحفر الأمامية .
- مقطورة أولي (خلف الحفارة) : شبكة هيدروليك – مناول الوحدات الخرسانية .
- مقطورة ثانية: كابينة التشغيل– نظام حقن المونة– خزان المونة– مضخة الروبة.
- مقطورة ثالثة : محطة التحكم الكهربائي – ضواغط هواء – مولد كهرباء .
- مقطورة رابعة : شبكات هواء ومياه – تهوية – كرفانات للعاملين .
- مقطورة خامسة : حاوية الأمن الصناعي – أسطوانة الكابلات .

التغذية بالطاقة : تغذي الحفارة بالكهرباء من محطة مستقلة بها ٨ مولـدات كهربـاء تعمل بالتبادل منشأة فوق سطح الأرض .

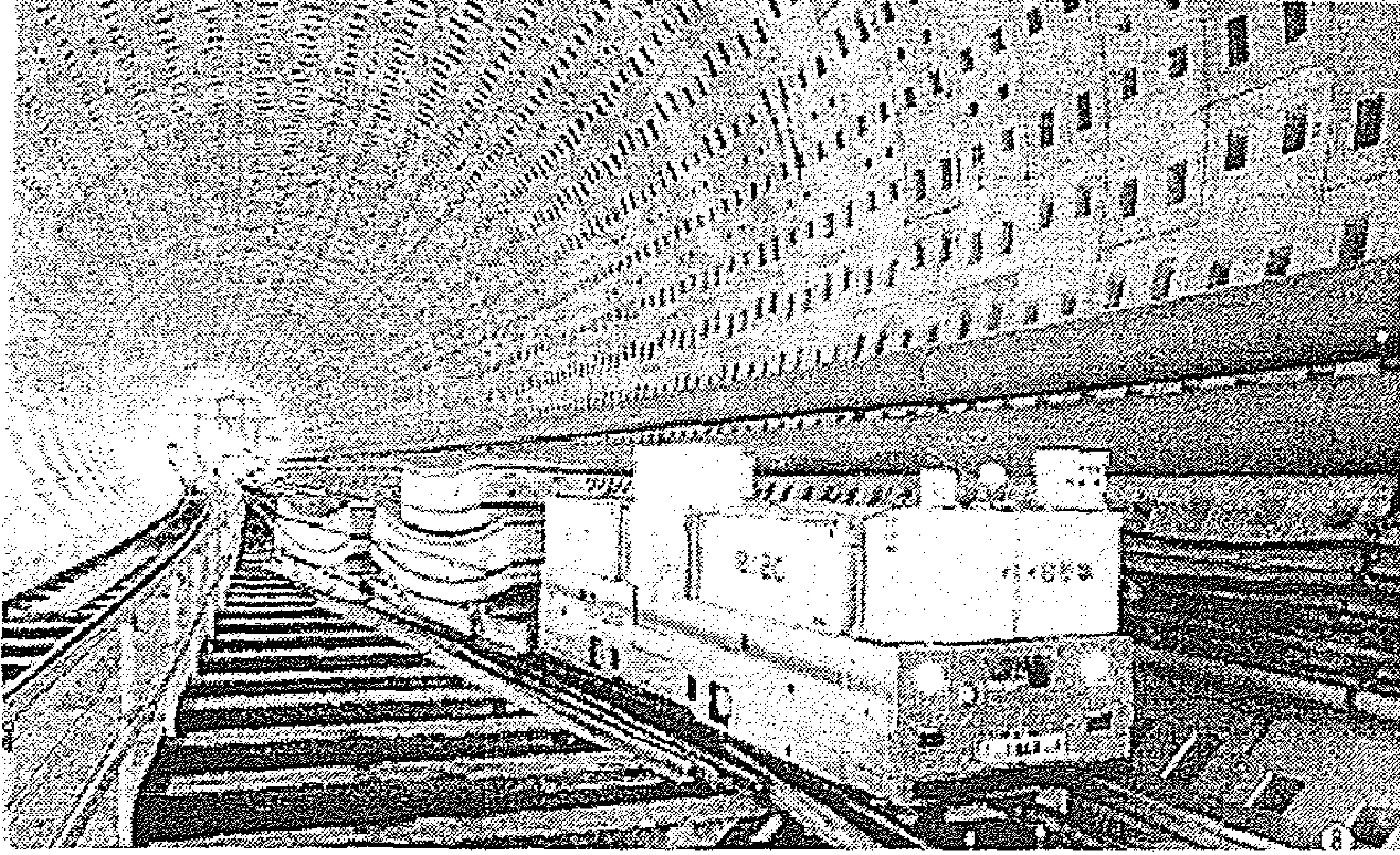
توصيل القطع الخرسانية الي الحفارة :

تنقل القاطرة التي تعمل بالبطاريات – شكل (١) ، القطع الخرسانية الي الداخل حتـي موقع الحفارة (عند آخر مقطورات الخدمة). يقوم أحد الأوناش برفع هذه القطع الـي أعلي ويضعها علي سير ناقل الذي يقوم بنقل هذه القطع الي مكان التركيب . تقوم آلة التركيب Erector المتحركة في كافة الأتجاهـات – شـكل (٢) ، بتحميـل القطعـة الخرسانية وتوجيهها الي موقعها في تبطين النفق حيث يقوم العمال بضبطها وتربيطها بالمسامير الخاصة في القطع السابقة .

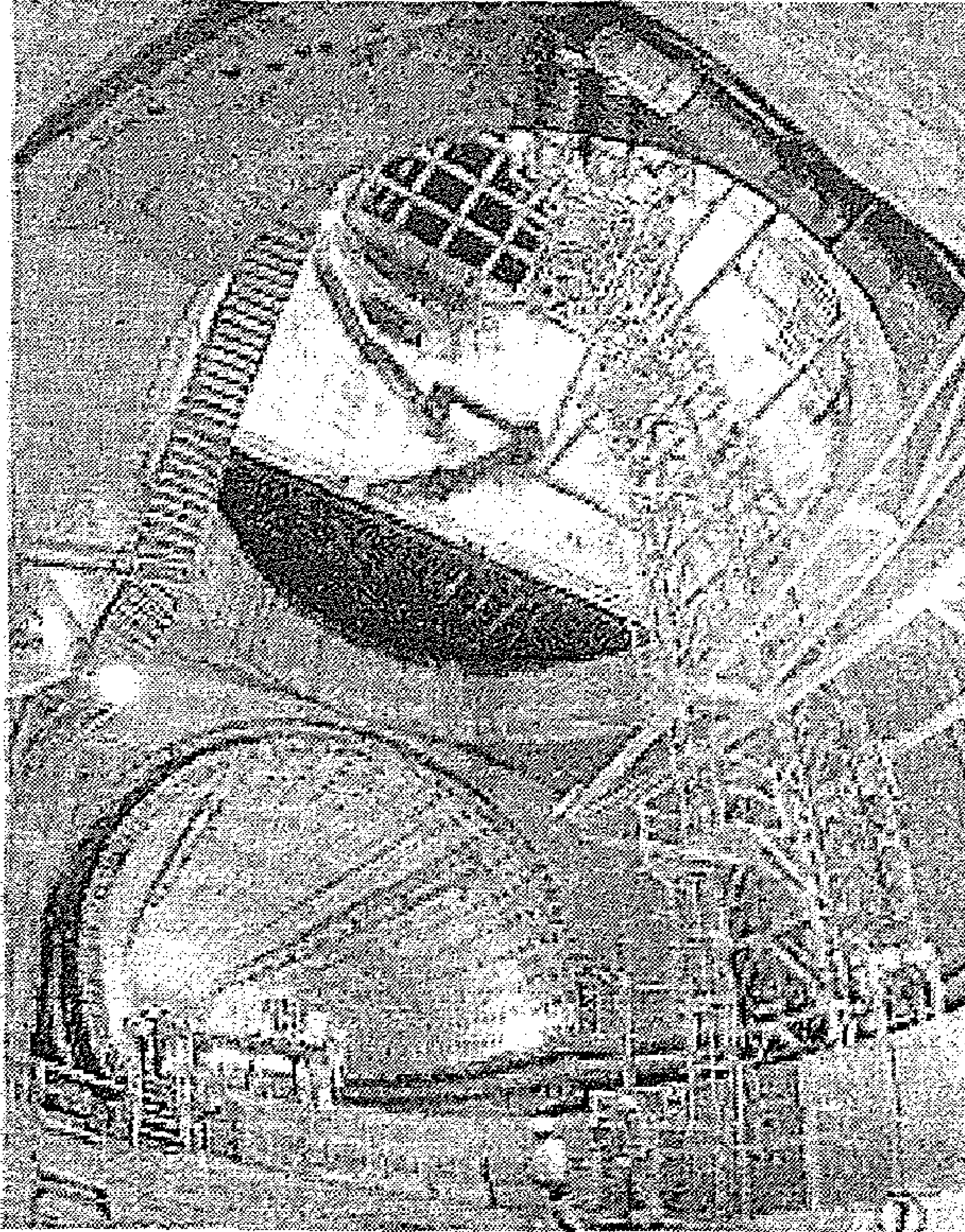
ملحوظة :

يكون تحميل ورفع القطع الي مكانها المحدد بنظرية خلخلة الهواء .

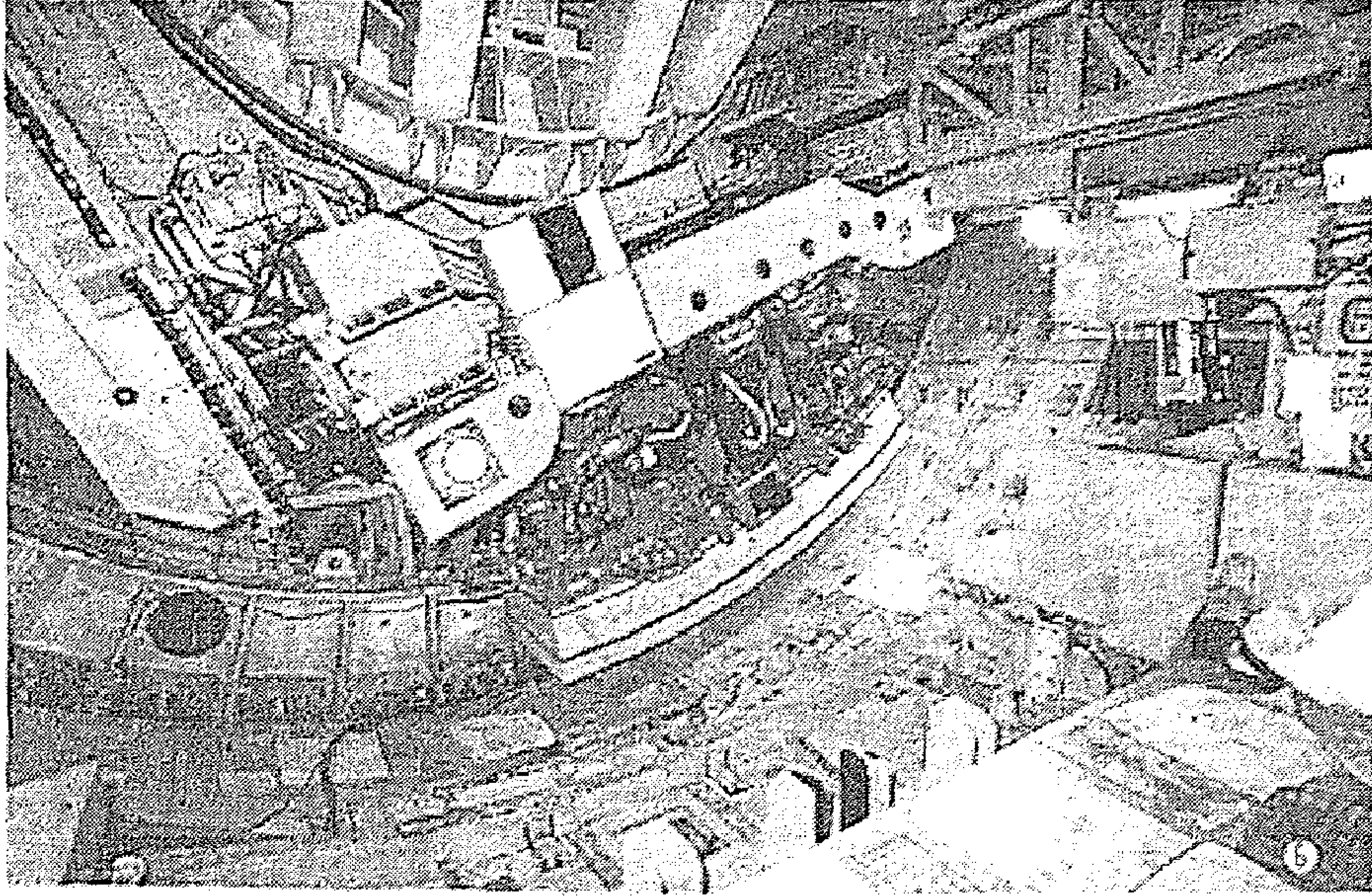
توصيل القطع الخرسانية الي موقع التركيب :



شكل (١) قاطرة صغيرة تعمل بالبطاريات تقوم بنقل القطع من أول النفق الي مكان التركيب



فتحة في سقف أحدي المحطات لتنزيل مهمات العمل والحفارة والقطع الخرسانية



شكل (٢) ماكينة تركيب القطع الخرسانية

حفر النفق :

تقوم الحفارة بحفر النفق بالدوران دائريا حول المحور الأفقي للنفق ، في واجهة الحفارة توجد أسنان قاطعة لحفروتفتيت التربة أثناء الدوران – شكل (٣) ، كما تكون روبة البنتونايت (الآتية عبر المواسير من سطح الأرض) ، مضغوطة أمام واجهة الحفارة لسند واجة الحفر أمام الحفارة .

عند بدء الحفر ودوران الحفارة ، تتساقط التربة أمام واجهة النفق مختلطة بالبنتونايت في مكان أسفل واجهة الحفارة مكونة خليط من التربة والبنتونايت لتسحبها طلمبة الروبة الي خارج النفق – عن طريق المواسير – الي مكان فصل البنتونايت عن حبيبات التربة فوق سطح الأرض في أحواض خاصة .

قد تكون التربة مختلطة ببعض الأحجار أو الكتل الصخرية ، تتجمع هذه الكتل في مكان أسفل واجهة الحفارة ليقوم فكي كسارة – في واجهة الحفارة – بتكسير هذه الكتل الصخرية الي كتل صغيرة تستطيع ماكينة شفط الروبة سحبها الي خارج النفق .

عند الأنتهاء من حفر مسافة ١,٥ متر طولي من النفق ، تتكمش كواريك الحفارة لتفسح مسافة تسمح بتركيب حلقة خرسانية بكامل محيط النفق مكونة من عدة قطع خرسانية .

يبدأ تركيب القطع الخرسانة للنفق بواسطة آلة التركيب Erector والمسامير الخاصة من ستينلس ستيل المقاوة للصدأ التي تجمع وتربط القطع مع بعضها في الأتجاه المحيطي والأتجاه الطولي لتكون حلقة من النفق بطول ١,٥ متر .

تبدأ كواريك الحفارة في الأنفراج مرتكزة علي الحلقة الخرسانية الأخيرة بعد أنتهاء تركيبها لتبدأ حفر حلقة ثانية .

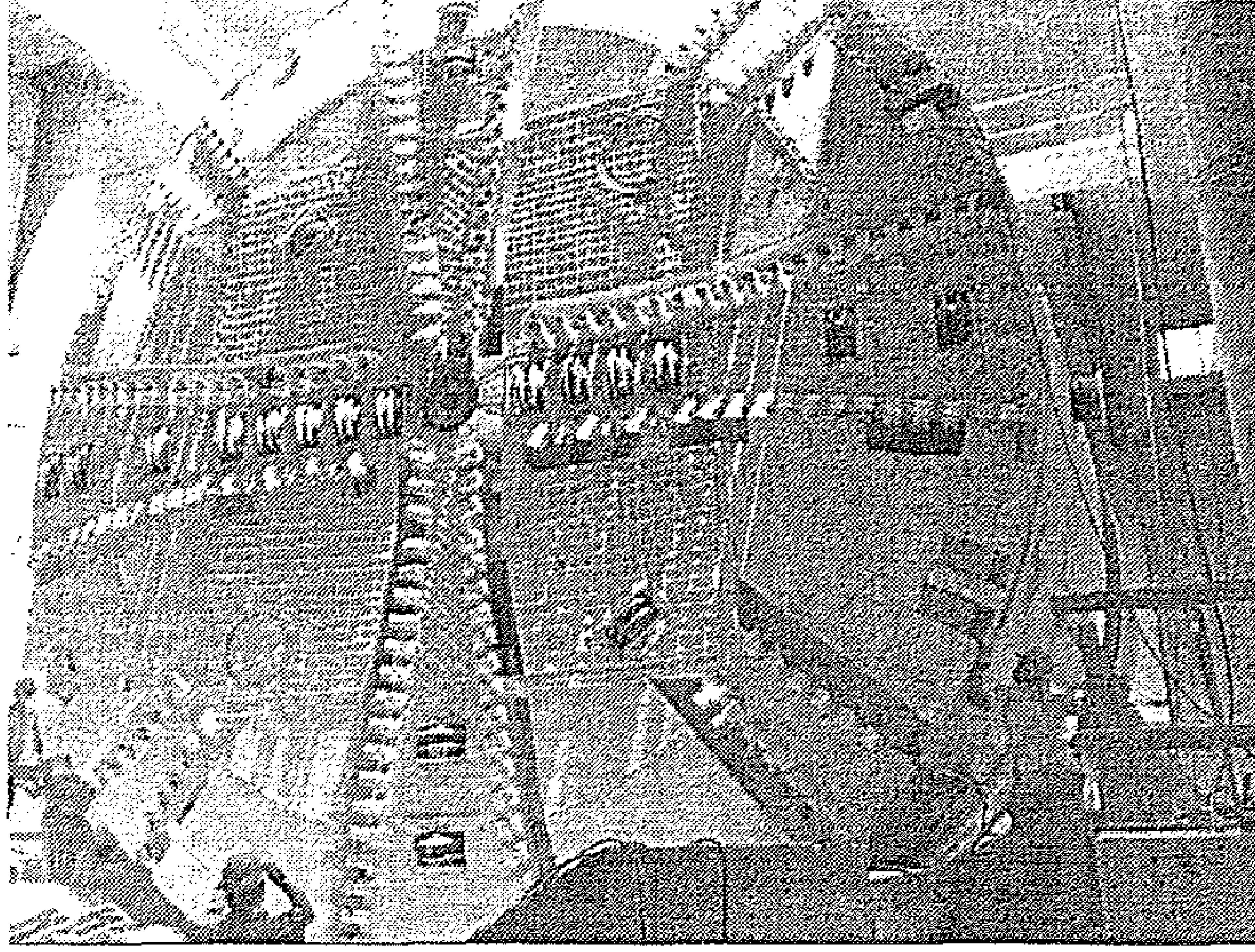
تقوم الحفارة بضغط خلطة من الأسمنت والرمل والزلط الرفيع (مثل حبات البازلاء Pea Gravel) خلف الحلقة الخرسانية الأخيرة (عملية الحقن) لتكون غلافا أضافيا يسمك ٥ سم لمقاومة الرشح وتقوية النفق .

ملاحظة :

قد يحدث تسرب مياه أرضية من بعض الأماكن بالنفق ، يتم عمل حقن أضافي من خلال الثقوب الموجودة في منتصف القطع الخرسانية تحت ضغط الهواء حتي يمتنع الرشح .



شكل (٣) الحفارة (نفرتيتي) ، العاملة في حفر أنفاق القاهرة الكبري



شكل (٣) الحفارة نفرتيتي

عند بناء النفق ، يلزم أعمال تهوية للنفق من الداخل ، كما يجب توصيل الخدمات مثل مواسير ضخ البنتونايت ومواسير سحب الروبة وكابلات الكهرباء ...– شكل (٤) .

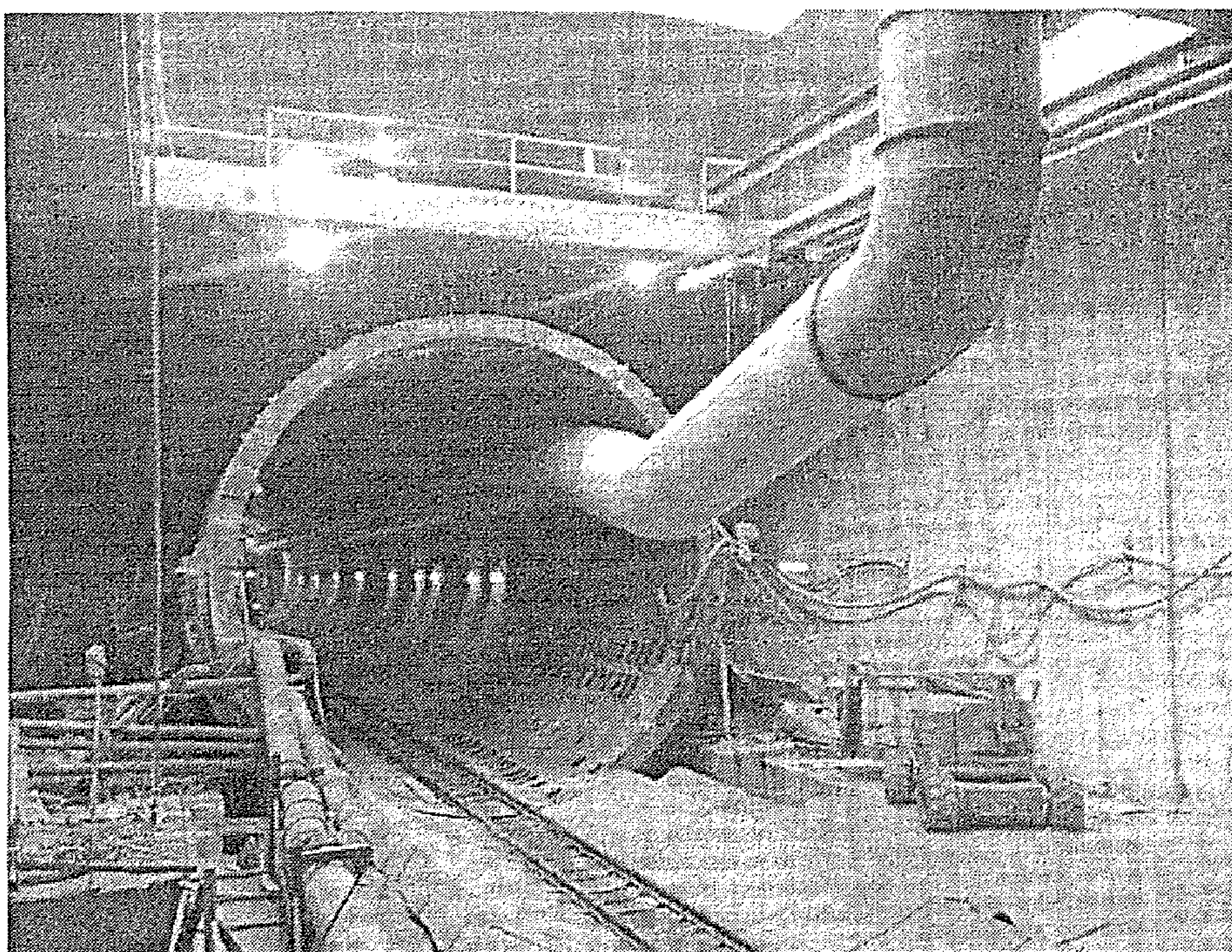
عند بدء أعمال النفق ، أو عند وصوله الي أحد المحطات ، تقوم الحفارة بتهشيم وتكسير حائط المحطة والدخول أليها . تكون موقع الدخول محددا بكل دقة ، كما تكون الحائط الذي تقوم الحفارة بتهشيمه وأزالته من خرسانات ضعيفة وغير مسلحة بتسليح ثقيل– شكل(٥)، يوضح الحفارة أثناء دخولها الي محطة محمد نجيب– المرحلة الأولي



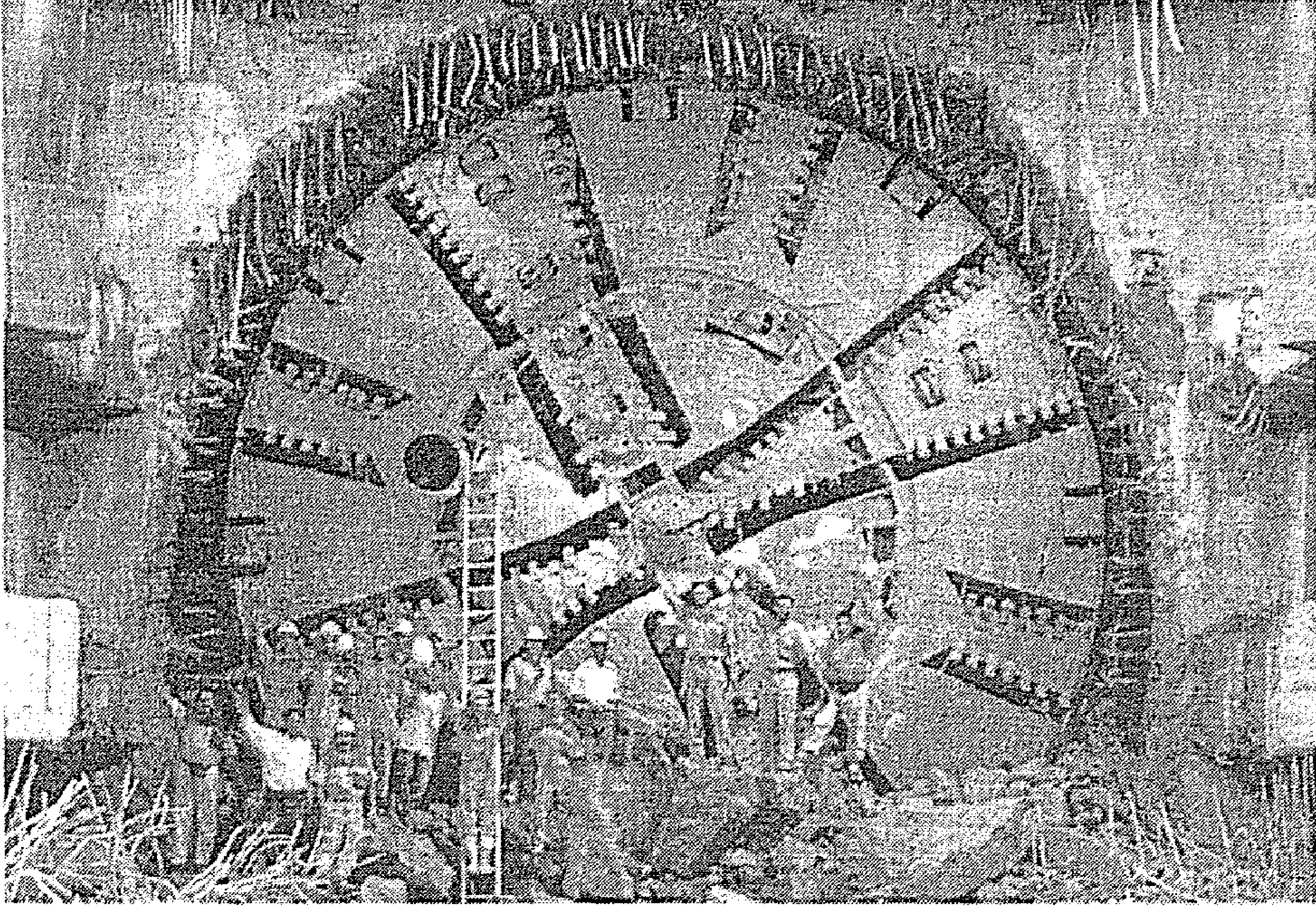
شكل (٤) النفق من الداخل – نلاحظ ماسورة الهواء أعلي النفق والمواسير الجانبية لضخ البنتونايت والماء والهواء وخروج ناتج الحفر



النفق بعد أكتمال التبطين – يرى مواسير الخدمات في جانب النفق وماسورة التهويه من أعلي



النفق أثناء العمل – لاحظ ماسورة التهوية في قمة النفق وخطوط السكك الحديدية ومواسير الخدمة

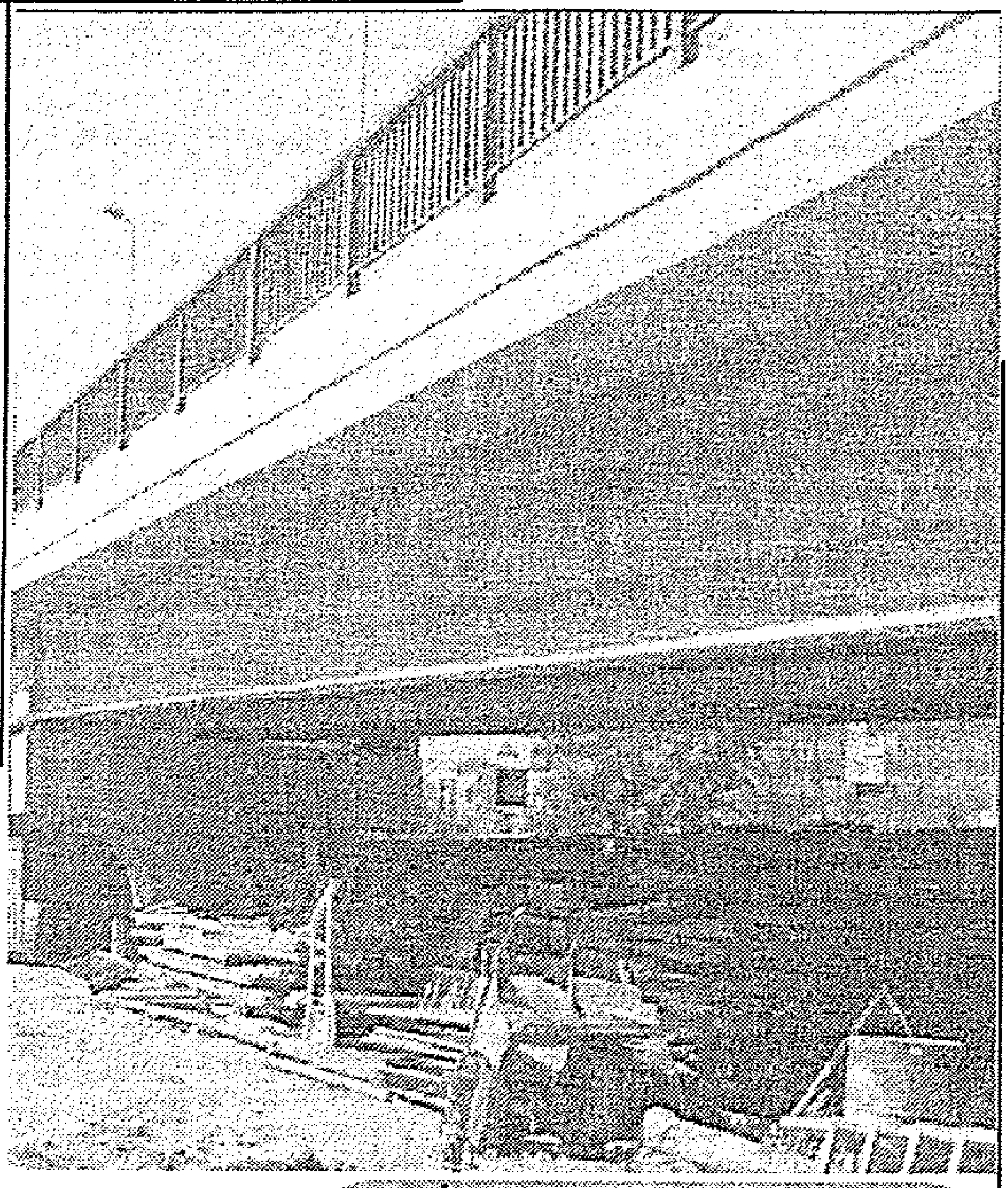


Break-out at Mohamed Naguib station.

شكل (٥) دخول الحفارة الي محطة محمد نجيب – المرحلة الأولي . تكسير وأزالة حائط المحطة أثناء دخول الحفارة

المراجع

- الكود المصري لميكانيكا التربة (تصميم وتنفيذ الأساسات) الجزء الرابع.
- الكود البريطاني للأساسات B.S 8004 .
- الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة.
- المواصفات الفنية للمشروع.
- الرسومات التنفيذية المعتمدة من استشاري المشروع.
- خطة توكيد وضبط الجودة المشروع.
- مواصفات معهد البترول الأمريكي APL.
- المواصفات الأمريكية ASTM D – 1143 ASHTO Dec 94
- المهندس / أحمد محمود حسين مهندس بمشروع مترو أنفاق القـــاهرة – المرحلة الثالثة ٢٠٠٨ – ٢٠٠٩ .



الباب السادس عشر

أعمال المساحة و التخطيط للكباري قبل البدأ في التنفيذ

أعمال المساحة والتخطيط للكباري قبل التنفيذ

١ – يتحدد مسار الكوبري بشكل مبدئي بواسطة مهندسو التصميم بشكل مبدئي . هذا المسار يحقق كل الأهداف والشروط المطلوبة .

٢ – يتم عمل نقاط ترافيرس علي طول مسار المشروع تكون من أشكال هندسية منتظمة (يفضل أشكال رباعية مرصودة القطرين – مثلثات) يتم تصحيح هذه الأشكال وحساب أحداثيات هذه النقاط سواء كانت مربوطة بأحداثيات الجمهورية أو كانت محلية (نقط خاصة بالمشروع فقط) . يتم عمل ميزانية دقيقة لكل نقاط الترافيرسات لحساب مناسيبها بالنسبة لمنسوب سطح البحر وذلك بعمل روبير عند بداية المشروع وروبير آخر عند نهاية المشروع لعمل ربط دقيق للمناسيب – شكل (١) .

٣ – يتم عمل رفع مساحي دقيق لمسار المشروع بالكامل بعرض المشروع بالأضافة الي مسافة أضافية كافية علي يمين ويسار المشروع تقدر بحوالي ٥٠ متر (إن أمكن) مبينا كل التفاصيل الموجودة بالطبيعة مثل خطوط التنظيم– البردورات – الأرصفة – بالوعات الصرف الصحي – أعمدة الأنارة – محابس المياه ... أي كل ما تشاهد العين بالنسبة الي نقاط الترافيرس السابق تثبيتها وحسابها . بذلك نكون قد أنتجنا خريطة كاملة لمسار المشروع بالعرض الكافي مع كافة التفاصيل وبطول يزيد عن مسار المشروع يوضح جميع مداخل ومخارج المنطقة المدية للمشروع .

٤ – تعمل قطاعات ميزانية علي مسار المشروع تترجم الي ميزانية شبكية يتم توقيعها علي الخريطة السابق عملها من قبل وبذلك نكون قد حصلنا علي لوحة دقيقة لمسار المشروع موضحا عليها (X,Y,Z) لجميع التفاصيل الموجودة في هذه الخريطة مع تزويدها بجدول يبين نقاط الترافرس .

٥ – في حالة تنفيذ الكوبري علي موانع مائية (نهر أو ترعة) يتم عمل قطاعات ميزانية تبين المناسيب للقطاع المائي في المنطقة المراد أنشاء الكوبري فيها

ويمكن عملها بـالطرق التقليديـة أو بالطريقـة الحديثـة باسـتخدام جهـاز Echo Sounder .

٦ – ترسل هذه اللوحات الي المكتب الأستشاري بجانب جميع القطاعات الطوليـة التي تمت علي مسار المشروعموضحا أماكنها بكل دقة ، كما ترسـل أيـضا القطاعات المائية (أذا كانت هناك عوائق مائية) وذلـك لعمـل التـصميمات اللازمة .

٧ – يتم عمل المسار النهائي لمسار الكوبري كما يتم عمل التخطيط لهذا المـسار في الطبيعة وتحديد أماكن المحاور بدقة تامة ، تدرس العناصر التالية :

- مدي توافق هذه المحاور مع الطبيعة .
- عمل الجسات الأستكشافية ورفع جميع المرافق الموجودة في أماكن المحاور .
- تحديد أماكن الجسات العميقة لبيان نوع التربة في أماكن التأسيس .

الأعمال المساحية لأساسات الكباري :

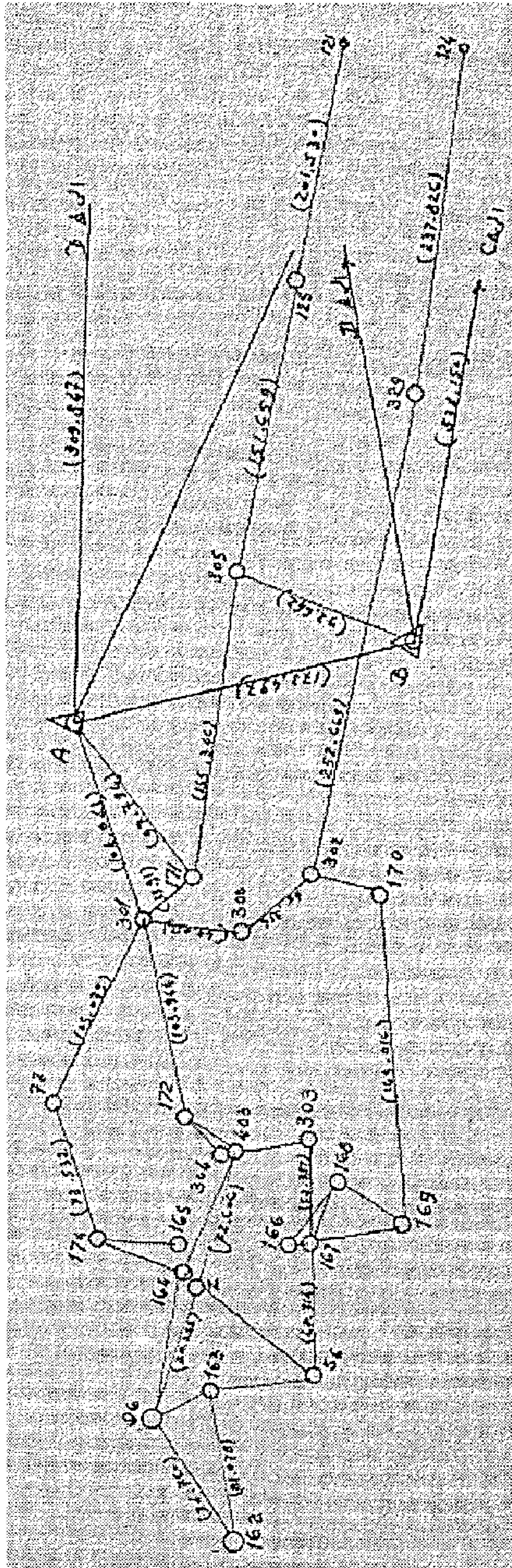
أولا : الأساسات المنشأة علي الأرض :

الأساسات السطحية Shallow Foundations – Strip Footing :

١ – يتم تحديد المحور المطلوب تخطيطه أولا ثم محاور قواعد الأساسات .

٢ – يحدد أبعاد الحفر حسب التصميم ويوقع علي الأرض بالأضـافة الـي أخـذ منسيب الأرض الطبيعية قبل البدأ في الحفر .

٣ – نتابع أعمال الحفر حتي الوصول الي منسوب التأسيس وتراجع أبعاد الحفـر حتي يمكننا البدأ في الخطوة التالية .



Point	X	Y	Z
A	2502.264	7017.780	Δ
B	2383.125	7143.903	Δ
56	2225.870	6799.017	21.228
163	2269.330	6766.103	21.2
162	2215.658	6705.335	20.88
96	2283.104	6737.587	21.36
165	2321.607	6820.971	22.02
164	2311.372	6809.969	21.919
166	2273.636	6848.739	21.732
167	2265.136	6854.912	22.078
168	2267.733	6888.761	21.85
169	2228.770	6886.874	21.90
170	2326.817	7024.537	21.07
171	2409.978	6985.454	21.295
172	2349.834	6877.150	21.540
173	2411.036	6848.629	21.322
174	2354.243	6801.944	21.740
303	2292.472	6900.071	21.888
403	2321.171	6875.249	21.585
304	2326.940	6869.227	21.597
300	2374.964	[illegible]	21.157
301	2420.643	6953.259	21.048
302	2359.869	7014 [illegible]	21.151
305	2474.180	712 [illegible]	20.863
125	2527.206	726 [illegible]	19.514
121	2599.583	[illegible]	17.903
124	2544.413	7469.088	20.701
329	2447.429	7251.931	21.107
Z	2301.820	[illegible]	[illegible]

شكل (١) صورة من الترافرس المأخوذ لأحد الكباري بجمهورية مصر

٤ – قد يستلزم الأمر تغير طبقة الأرض الضعيفة بتربة أحلال ، تنفذ تربة الأحلال مع مراجعة مناسيبها ودمكها حسب التصميمات .

٥ – تصب طبقة الخرسانة العادية حسب المناسيب والأبعاد داخل الحفر .

٦ – نخطط للخرسانة المسلحة للقاعدة الخرسانية علي المحاور بكل دقة – يرص حديد التسليح حسب أصول الصناعة والتصميمات . يوضع أشارات حديد التسليح للعامود الخرساني علي المحاور بكل دقة مع التثبيت الجيد لحين صب الخرسانة المسلحة .

٧ – تصب الخرسانة المسلحة طبقا لأصول الصناعة وطبقا لتصميم الخلطة المناسبة ونجري عمليات التشطيب اللازم ثم المعالجة المتوالية للخرسانة لمدة ١٤ يوم مستمر .

٨ – في حالة وجود مياه جوفية ، تؤخذ الأحتياطات لسحبها بطريقة آمنة .

الأساسات العميقة :

تخطط مكان الدعامة (الكاب) ومحاور الأعمدة – يتم تحديد أماكن الخوازيق تباعا .

أولا : في حالة الخوازيق المنفذة بالحفر الدوار Board Piles :

١ – يتم وضع ماكينة الخوازيق فوق محور الخازوق تماما .

٢ – ضرورة مراجعة ماسورة الخازوق Casing والتأكد من وجوده علي المحاور

٣ – يتم مراجعة الحفر وطبقات التربة ومطابقتها للجسات الأخوذة وأهاء الحفر عند المنسوب التصميمي بالضبط .

٤ – يصنع قفص حديد التسليح ومراجعة مادة البنتونايتBentonite وتدفقها بالحفر ثم أنزال قفص التسليح .

٥ – يتم الصب حسب أصول الصناعة وحتي لا يحدث أنفصال في خرسانة الخازوق .

ثانيا : حالة التنفيذ بخوازيق الدق Driven Piles :

١ – يتم تحديد أماكن خوازيق القاعدة بالكامل وبدقة . نضع الزومبة الحديدية للخازوق علي عمق ٢٠ سم من منسوب سطح الأرض .

٢ – توضع الماكينة ومواسير الصب فوق الزومبة تماما ويستمر الدق علي الماسورة حتي نصل الي العمق التصميمي للخازوق وذلك لقياس مناعة التربة للخازوق .

٣ – يتم تنزيل قفص حديد التسليح ثم الصب .

٤ – يتم خلع مواسير الصب بعد نهو الصب .

ثالثا : خوازيق سابقة الصب Pre cast Piles :

١ – تعمل شدة خشبية قوية ويحدد أماكن كل خازوق ويحاط بالأخشاب بحيث يكون للخازوق ٣ حطات في الشدة الخشبية .

٢ – ننزل الخازوق في مكانة بالشدة بواسطة الرافع والتي تحقق رأسيته تماما .

٣ – يبدأ الدق بشواكيش الهزاز ثم الشواكيش الديزل حتي درجة أمتناع التربة والوصول الي طبقة التأسيس التصميمية .

الأساسات داخل القطاع المائي (القيسونات Caissons)

القيسون عبارة عن منشأ خرساني (متوازي مستطيلات تقريبا) ترتكز عليه بغلة الكوبري ويكون بأبعاد كافية لتحمل الأحمال الكبيرة الواقعة علية ونقلها الي منسوب التأسيس أسفل قاع النهر . في عملية الضبط النهائي للقيسون داخل المجري المائي والمذكورة في باب أساسات الكباري ، يكون ذلك بالوقوف علي الشاطيء وعلي محور الكوبري بجهاز دستومات . يكون خط النظر للجهاز المذكور مع منتصف علبة القيسون في البحر (المحور) ، فإذا ما كانت بعيدة عن محور الكوبري ، تصدر أشارة من الراصد علي الشاطيء بضرورة تحريك القيسون في الأتجاه الصحيح بواسطة اللنشات حتي تنطبق نقطة المنتصف مع المحور .

وهناك ضبط آخر وهو المسافة بين دعامات الكوبري التي يحددها بدقة جهاز الدستومات السابق ذكره علي الشاطيء حيث تحدد المسافة علي الفور مع التصحيح اللازم لها بمنتهي الدقة ، ويجب أن تكون مطابقة للمسافة التصميمية علي

الرسومات. إذا لم تتوافق هذه المسافة مع المسافة التصميمية ، يطلب الراصد بأشارة منه أن يبتعد القيسون أو يقترب (حسب الحالة) بواسطة اللنشات حتي يحقق البعد المطلوب .

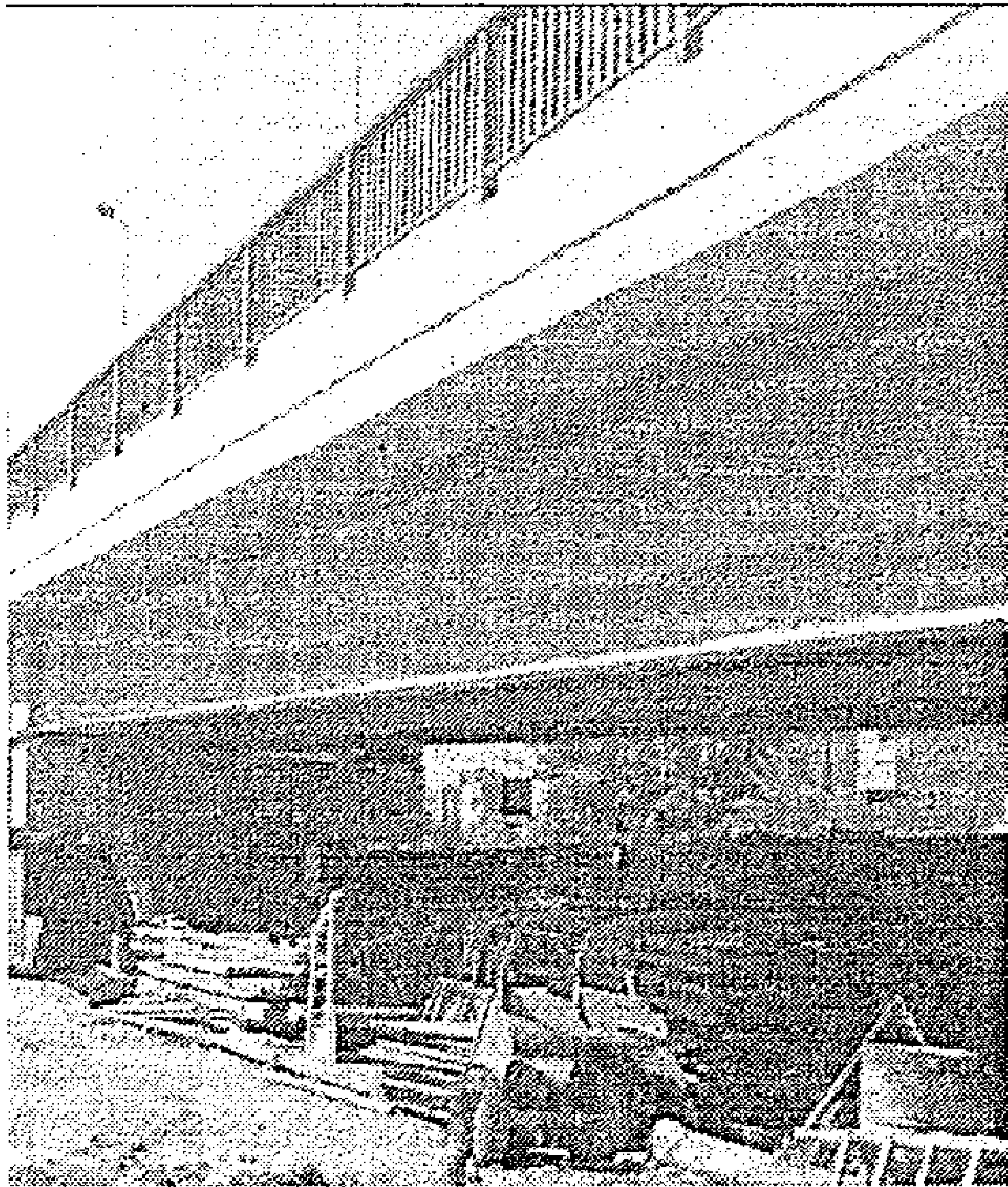
بعد الضبط النهائي يتم الصب مباشرة داخل القيسون حتي يثقل وزنه ويرسو علي القاع ويثبت .

ملاحظة :

لا يمكن ضبط القيسون بشكل نهائي علي المحور التصميمي وإنما تكون هناك أختلافا = بضع سنتيمترات خارج المحور . يتم الضبط النهائي أثناء تغويص القيسون حيث يرصد باستمرار محور القيسون أثناء التغويص الأنحراف الحادث عن المحاورونقوم بتصحيحه أولا بأول أثناء عملية الحفر بالتغويص .

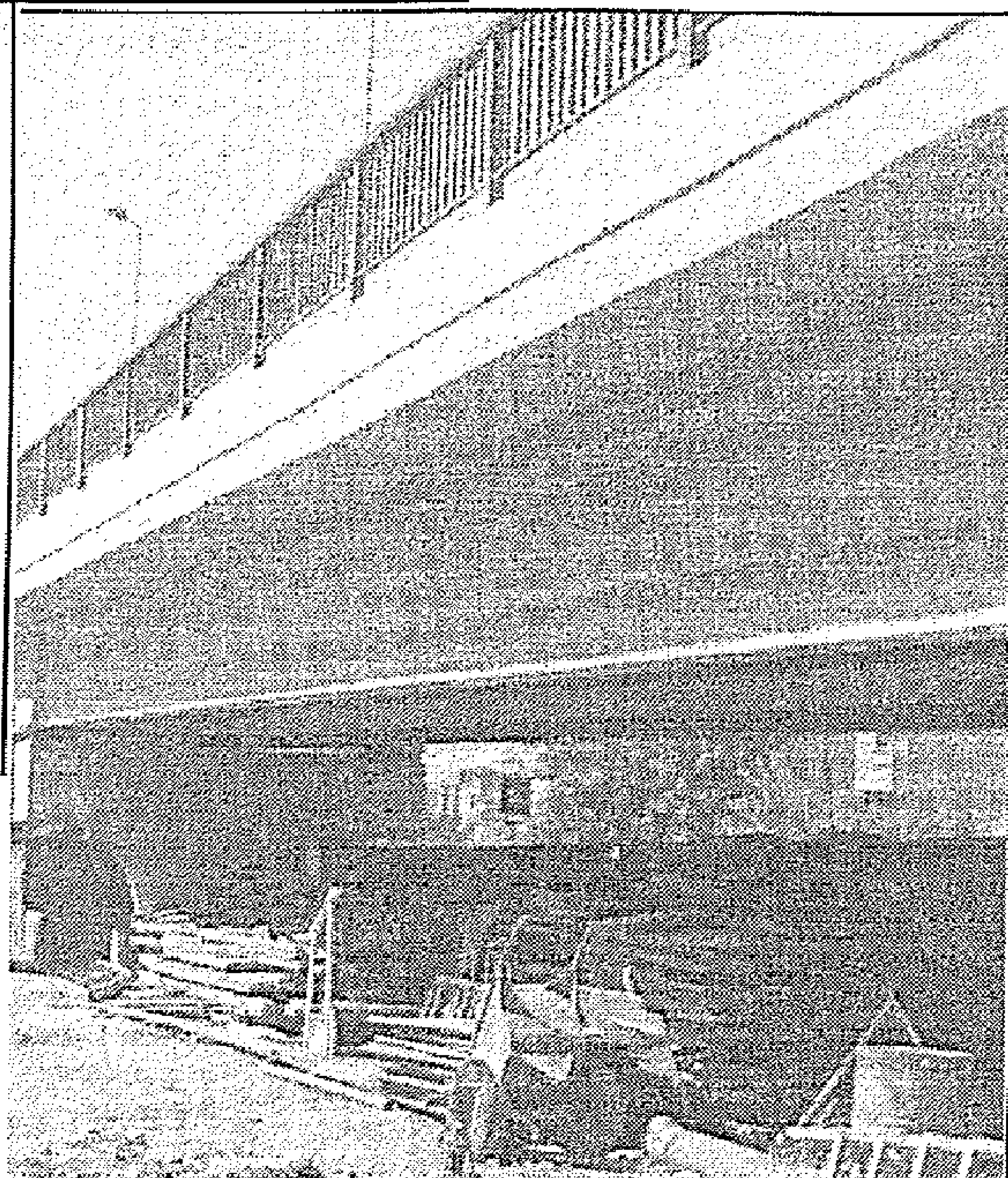
المراجع

١ – شركة المقاولون العرب .



الإنشاءات المتميزة 3

إنشاء الكباري



الباب السابع عشر

أساسات الكباري

أنشاء أساسات الكباري

تنفذ أرتكازات الكباري داخل المجري المائي بالطرق التالية :

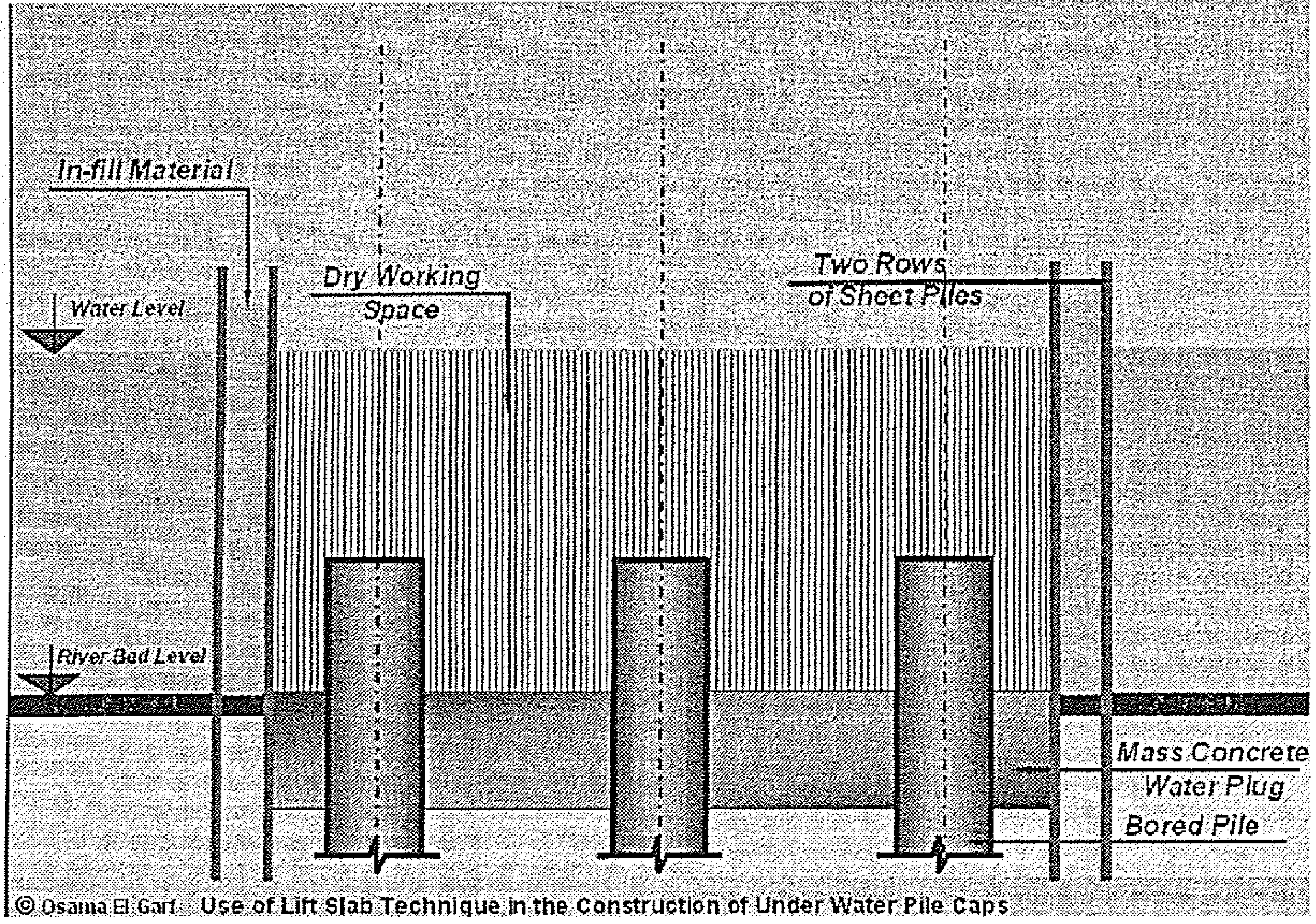
١ – التنفيذ باستخدام الستائر المعدنية :

يتم ذلك بدق ستائر معدنية حول القاعدة وبالعمق المناسب (حسب التصميم) ، تكون الستائر غالبا من صفين متوازيين و متباعدين عدة أمتار من الستائر لعمل سد ترابي Coffer Dam داخلها وذلك بالردم بتربة منتقاة والدمك جيدا بين صفي الستائر للتقليل من نفاذية المياه . كما تصب طبقة سميكة من الخرسانة العادية في القاع حول الخوازيق لعدم فوران التربة بالأضافة الي مقاومة الرشح .

ينفذ نظام لنزح المياه الجوفية باستخدام الطلمبات العميقة للحصول علي أرضية جافة لبدأ التنفيذ – شكل (١) .

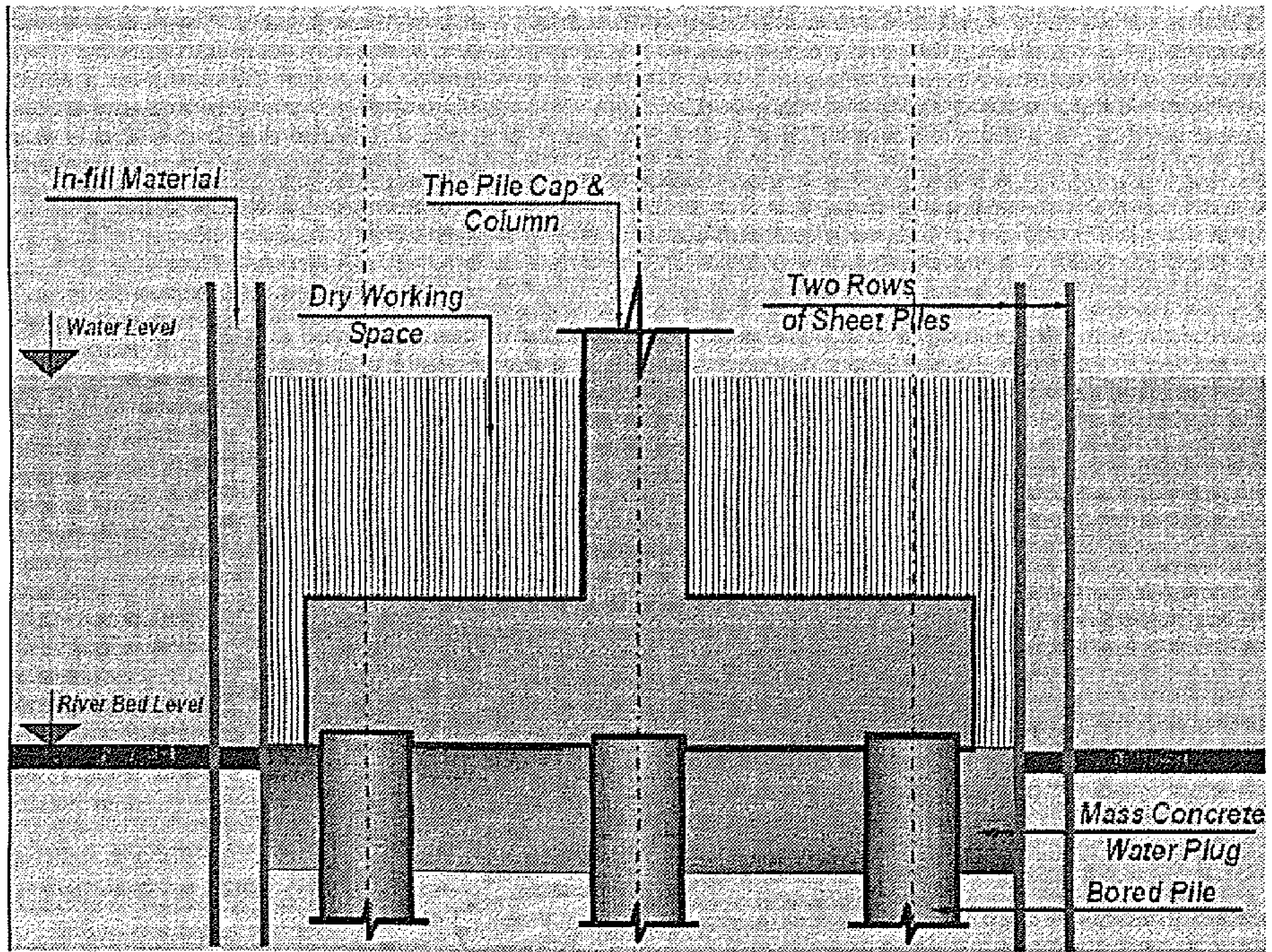
How it is done traditionally ?

- *Coffer dam of two rows of sheet piles to provide the working space*
- *In fill material between the two rows of the sheet piles*
  - *designed to withstand the hydrostatic pressure*
  - *to limit the water seepage from the dam's wall*
- *A thick mass concrete water plug*
  - *to contain the river bed during the de-watering operation*
  - *to limit the water seepage from the bottom of the working space*
- *A continuous de-watering system to keep the working space dry during construction*



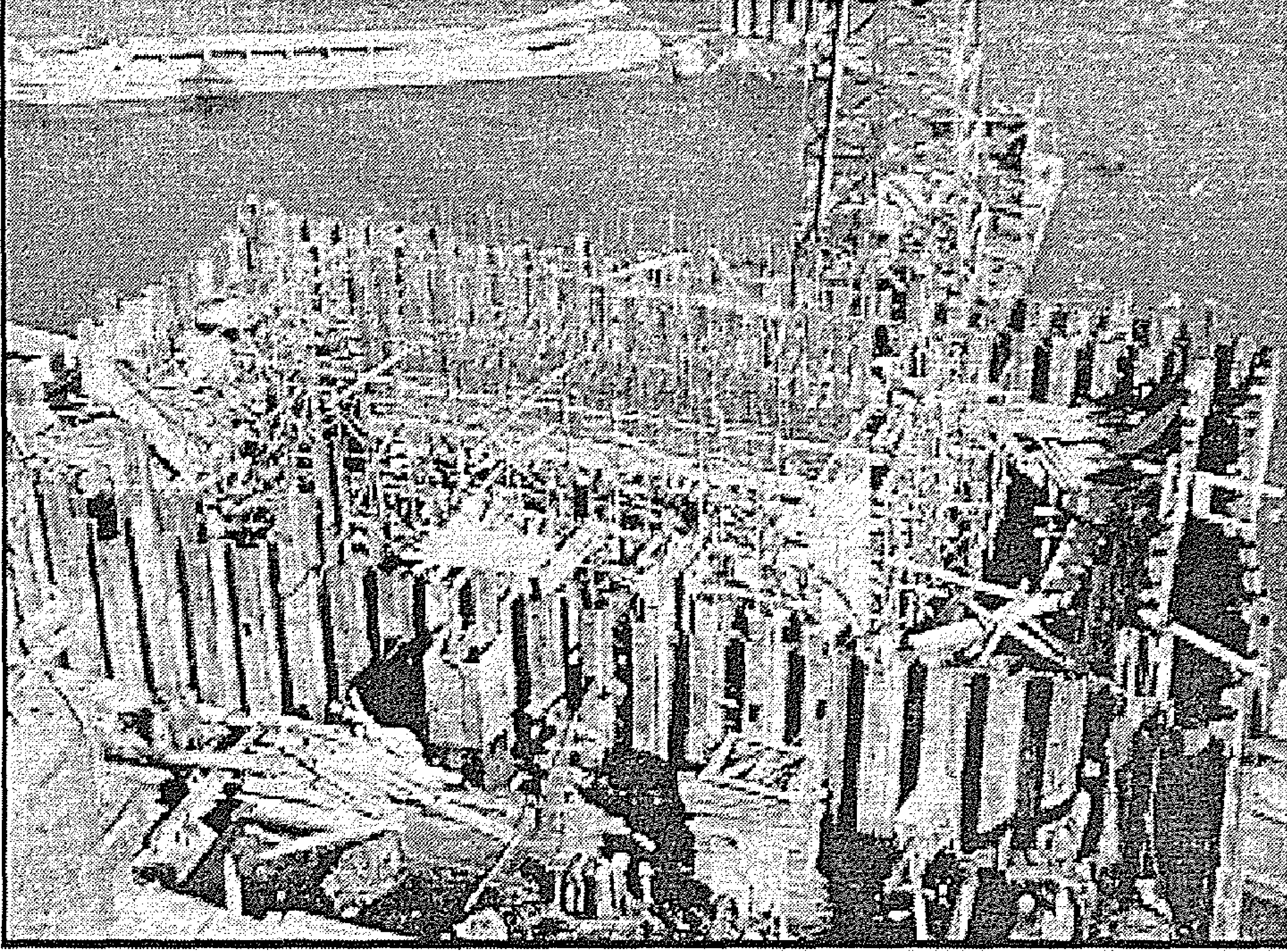
١- عمل الخوازيق   ٢ – عمل السد الترابي مع الدمك الجيد للتربة

٣ – تجفيف موقع العمل   ٤- صب خرسانة عادية كتلية أسفل الكاب.



١ – صب هامة الخوازيق من الخرسانة المسلحة

٢ – صب أرتكاز الكوبري فوق هامة الخوازيق



شكل (١) منظر يوضح طريقة العمل باستخدام السدود الترابية – من الواقع

ملاحظة :

تم تنفيذ عمل مشابه هو (أنقاذ معابد فيلة في أسوان) بنفس طريقة السد الترابي .

٢ – إنشاء قواعد دعامات الكباري

Construction of Under Water Pile Cap Using Sinking Technique and Lift Slab System

وقد تم استحداث نظام جديد للتنفيذ باستخدام تقنية الرفع الثقيل ، هذه التقنية تم اختراعها بواسطة مهندسين مصريين . تقوم هذه الفكرة علي تنفيذ ٧٥ % من القاعدة Cap فوق سطح الماء بحوالي ١ متر ، ثم يتم تغويص القاعدة إلى منسوبها النهائي ثم استكمال صب النسبة المتبقية ٢٥ % في ظروف جافة تماما وتحت الضغط الجوي العادي . يستخدم الجزء المصبوب تحت الماء – السابق ذكره – في ربط جسم القاعدة بالخوازيق . هذه الطريقة شائعة وسهلة وأقتصاددية وقد نفذت في كباري بالقاهرة .

خطوات التنفيذ :

١ - الجزء أعلي سطح المياه :

١ – تنفذ الخوازيق داخل المجري المائي وعلي المحاور التصميمية مع مراعاة ترك ٥٠ سم من الغلاف المعدني للخوازيق خارج سطح الماء .

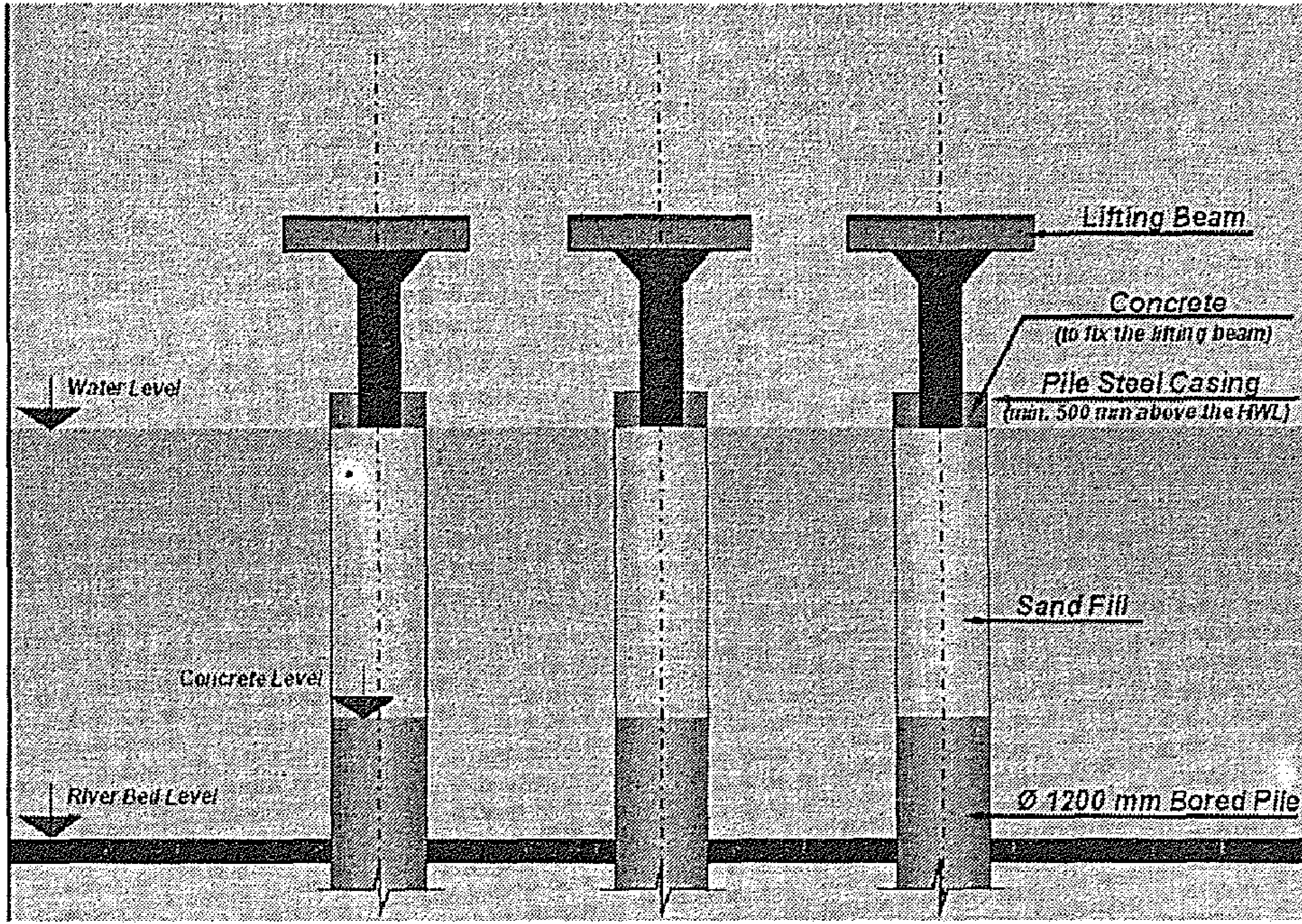
٢ – تركب كمرة معدنية علي شكل حرف T علي المحور الرأسي لكل خازوق ثم يتم صب خرسانة عادية بارتفاع ٥٠ سم حول قائم الكمرة المعدنية السابقة لتثبيتها داخل الفراغ العلوي للخازوق . هذه الكمرة سيتم تعليق وتثبيت الروافع عليها .

٣ – يتم رص كمرات معدنية فوق رؤوس الخوازيق وعمل الشدة اللازمة لصب القاعدة بالأبعاد التصميمية مع ترك فتحات للخوازيق .

٤ – نبدأ في صب القاعدة وجزء من الأعمدة الحاملة للكوبري بحيث يكون نهاية هذا الجزء من الأعمدة أعلي من سطح المياه بعد تغويص القاعدة ثم تحقن مواد عازلة بين جسم الخازوق والقاعدة .

٥ – بعد تثبيت مهمات الرفع ، تبدأ الروافع في رفع القاعدة ويتم أزالة الشدة .

٦ – تبدأ الروافع في إنزال القاعدة حتى منسوب سطح الماء . يتم تثبيت ماسورة معدنية فوق كل خازوق بقطرأكبر من قطر الخازوق لخلق فراغ للتشغيل حول رأس كل خازوق – تتابع أعمال التنفيذ – شكل (٢) .



١ – صب الخوازيق مع ترك الغلاف الخارجي المعدني

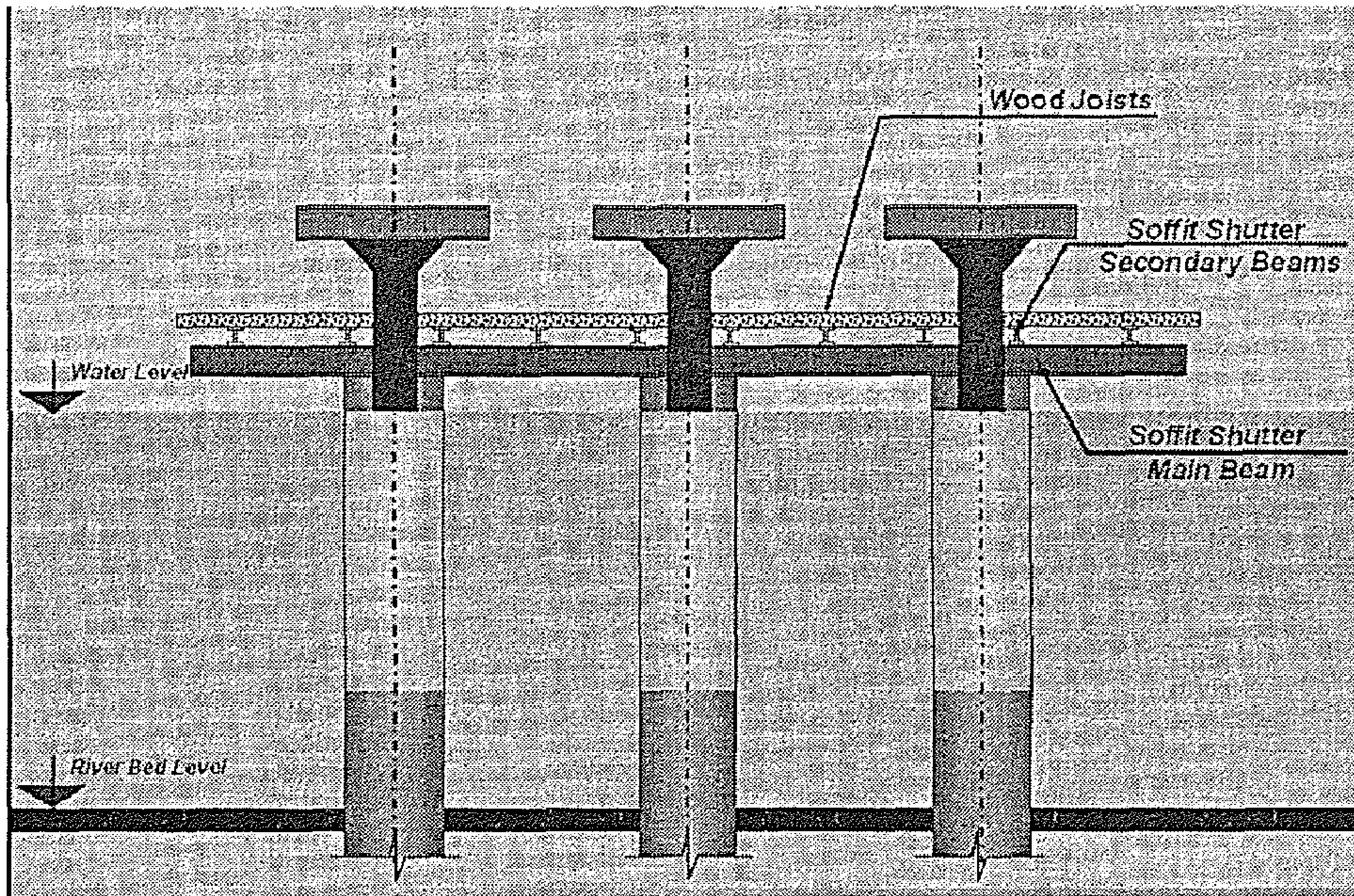
٢ – مد الماسورة لأعلي ٥٠ سم فوق سطح المياه .

٣ – ملء رمال فوق خرسانة الخازوق

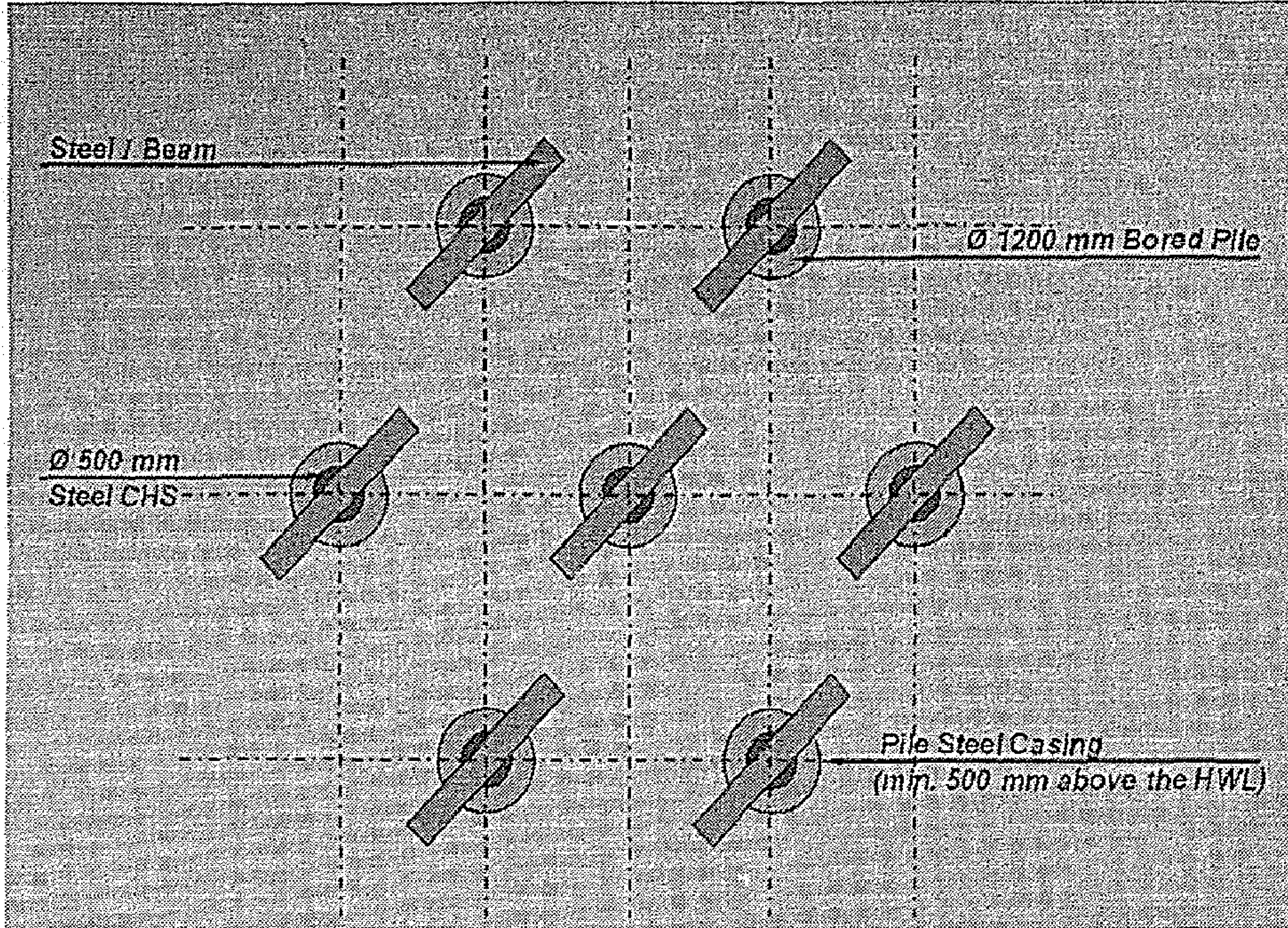
٤ – وضع ماسورة رأسية قطر ٥٠ سم فوق منتصف كل خازوق .

٥ – صب خرسانة عادية فوق الرمال وحول الماسورة

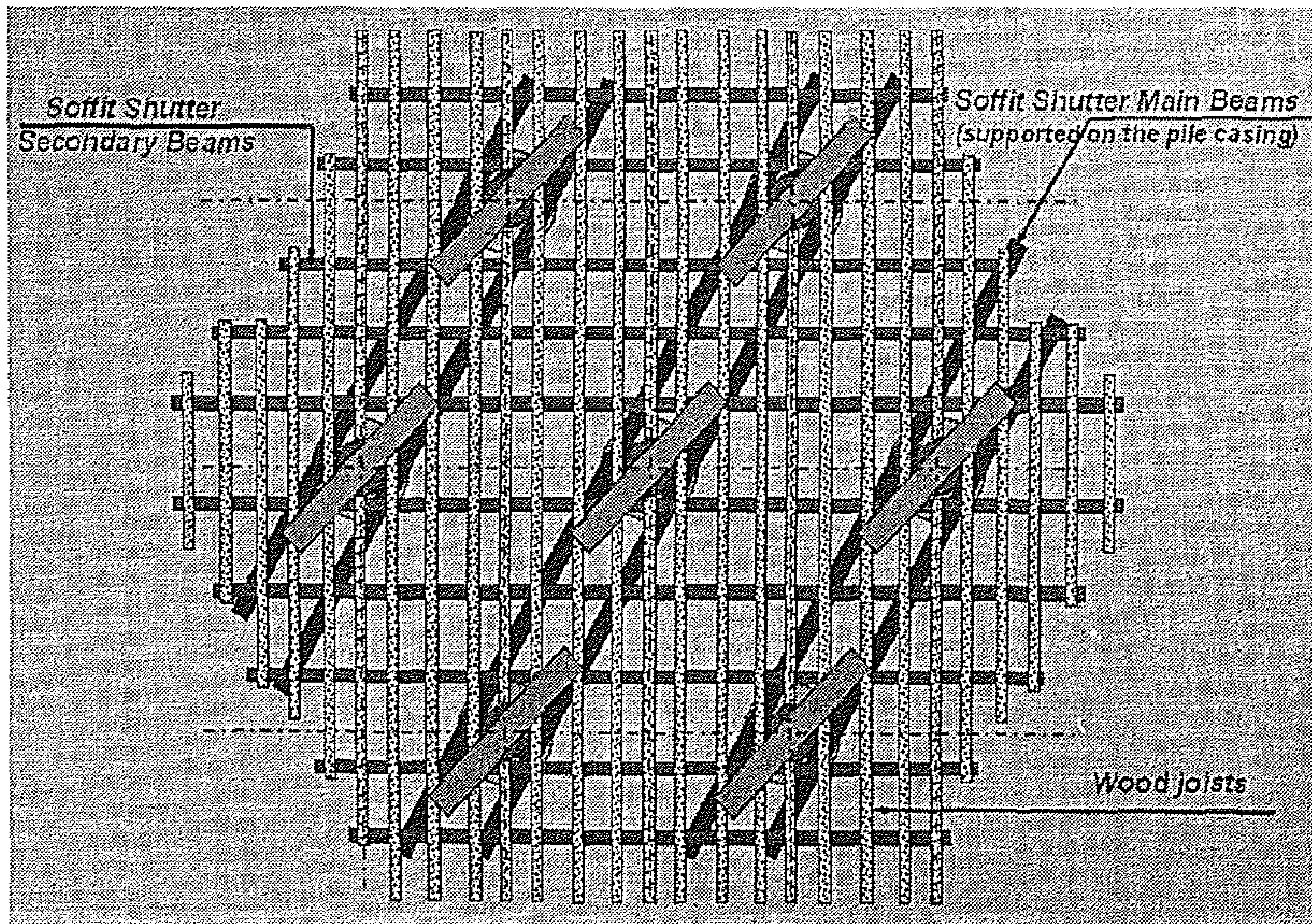
٦ – وضع كمرات أفقية فوق الماسورة لتركيب الروافع



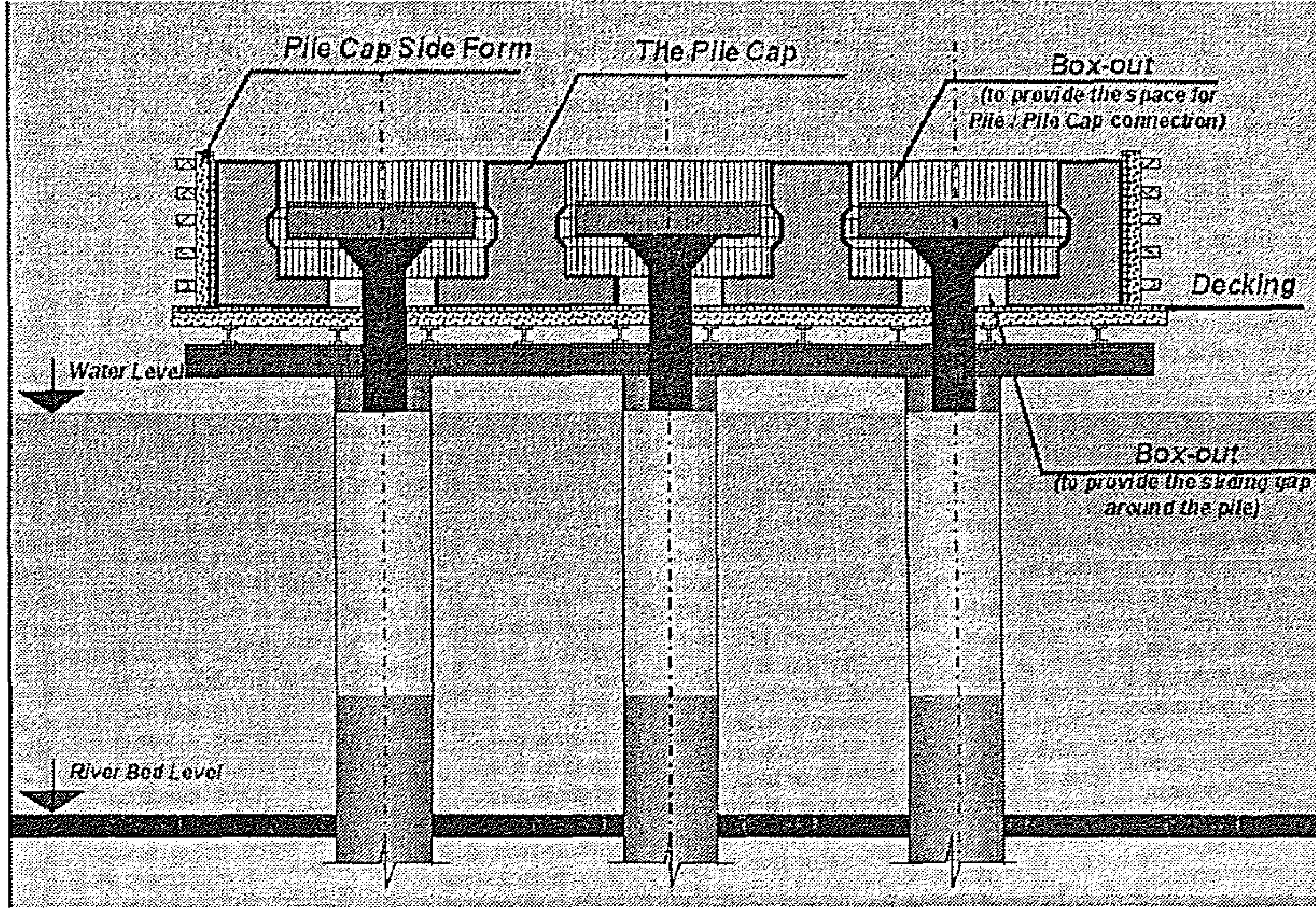
عمل شدة تطريح من كمرات حديد وخشب فوق الخرسانة العادية لعمل الهامة



شكل الكمرات الحديد مع المواسير

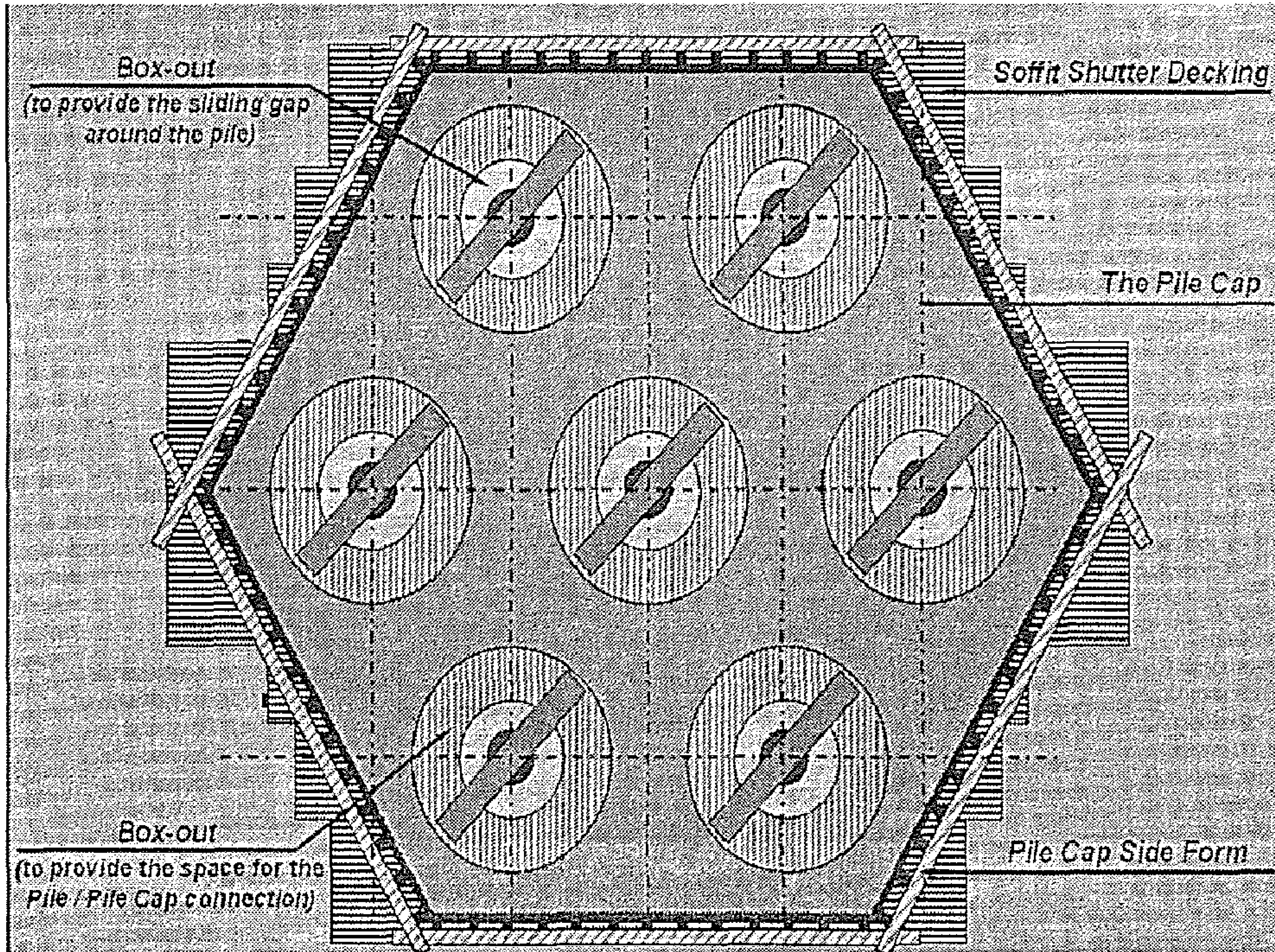


توزيعات الشدة الخشبية مع الكمرات المعدنية الحاملة

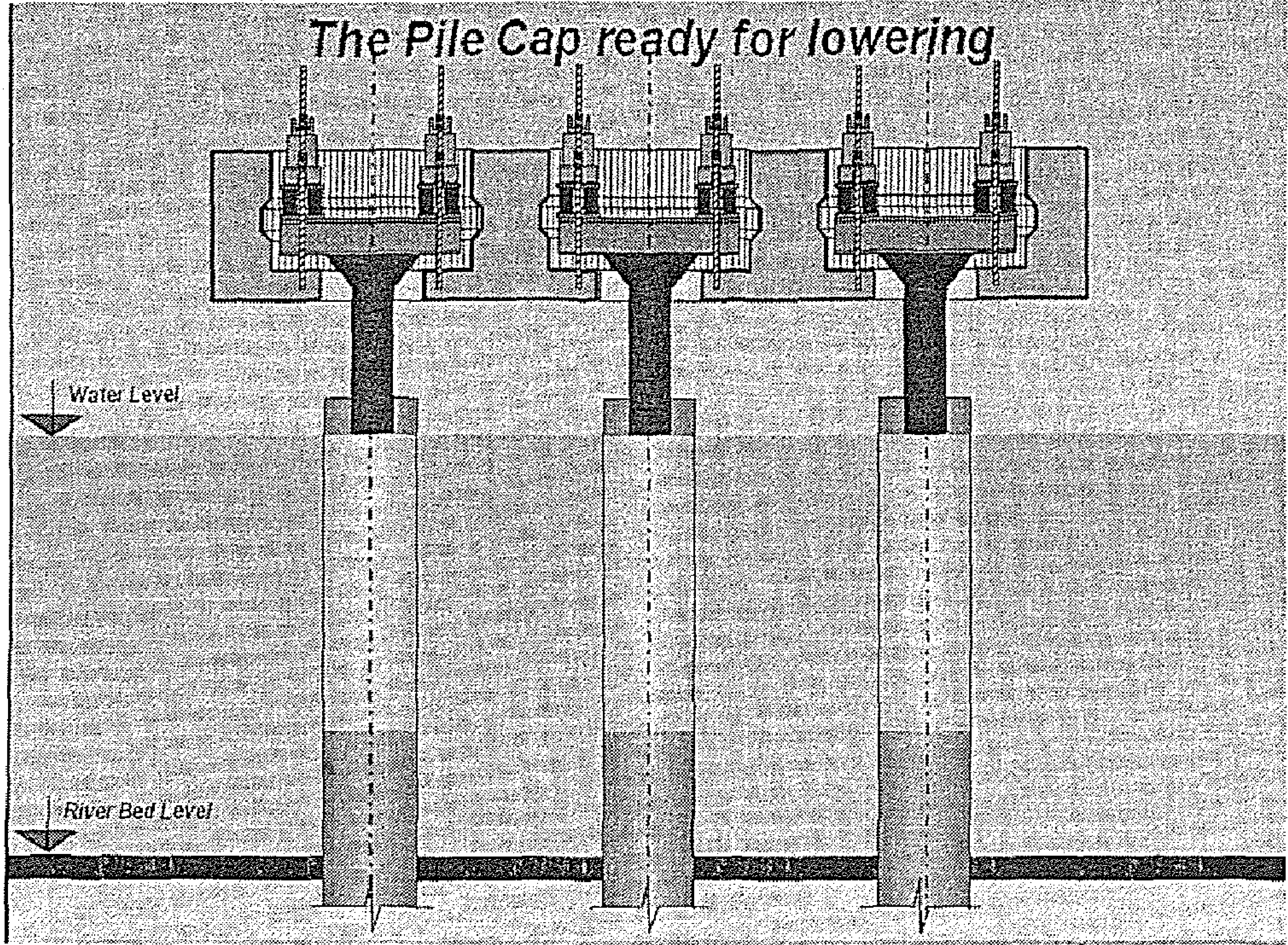


١ - عمل الشدات الجانبية الخارجية لهامة الخوازيق

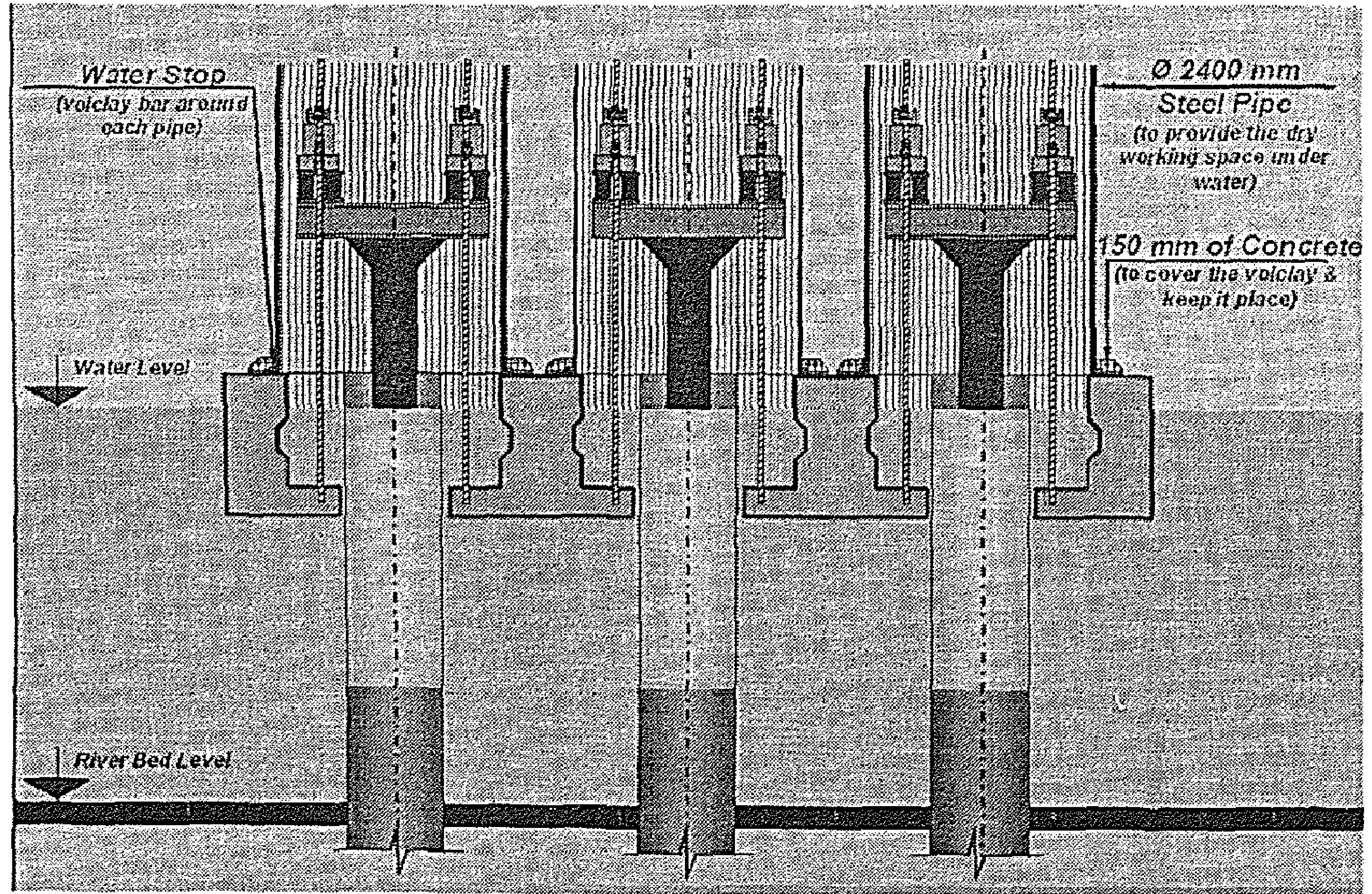
٢ - عمل صندوق عازل حول كل خازوق لخلق فراغ حول الروافع



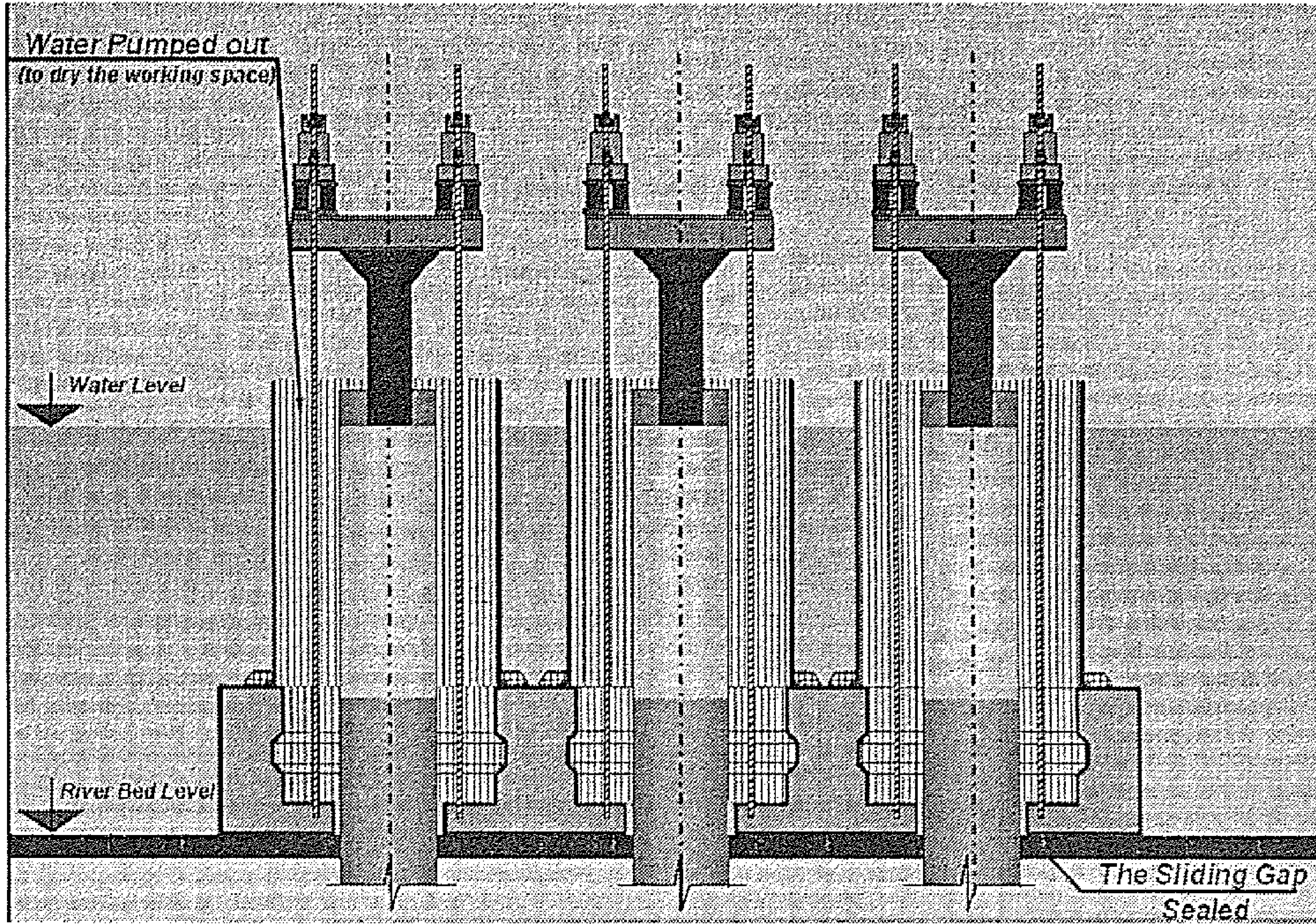
مسقط أفقي لهامة الخوازيق



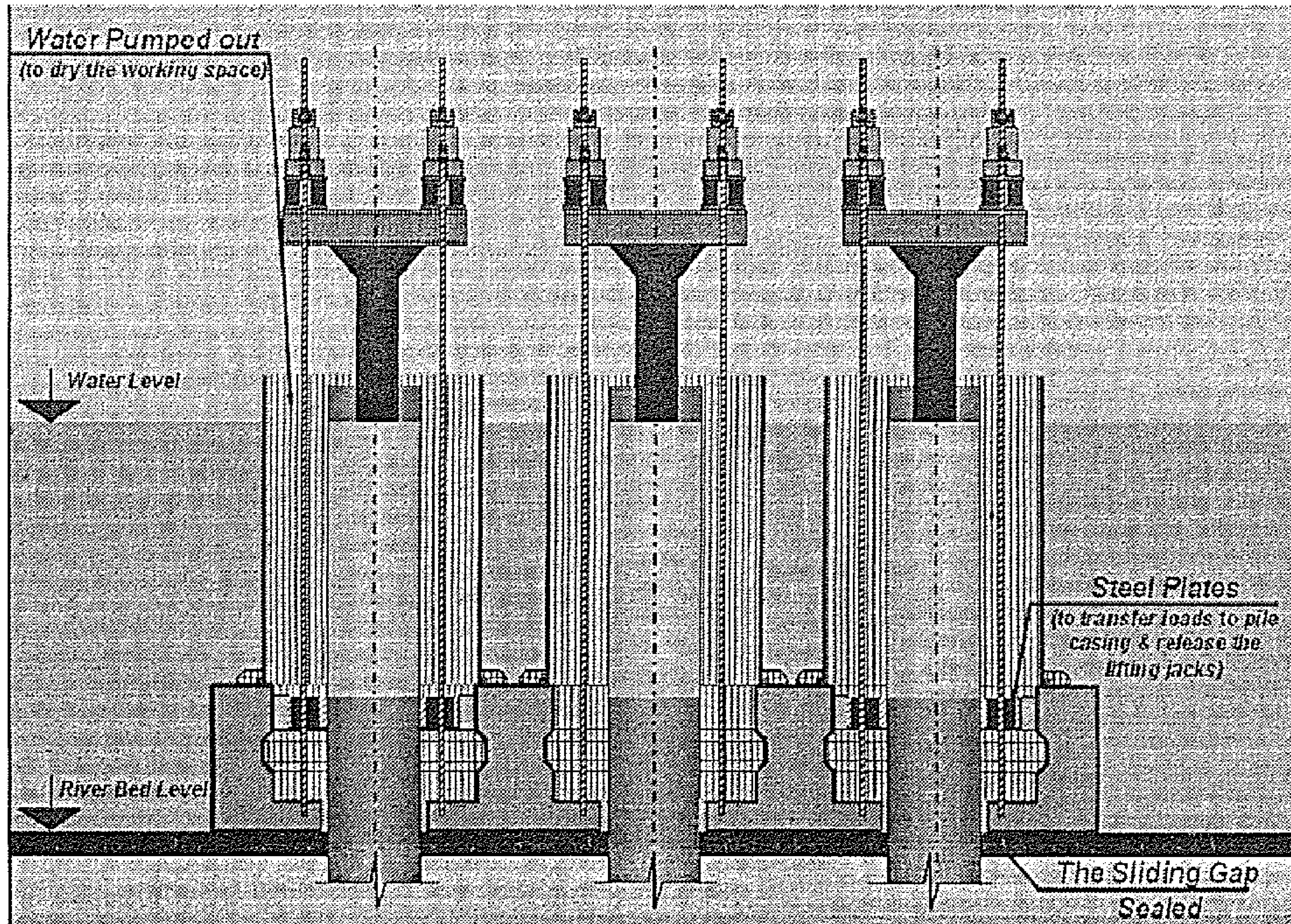
١ - تسليح وصب هامة الخوازيق ثم رفعها بالروافع   ٢ - نزع وأزالة الشدة أسفل الهامة



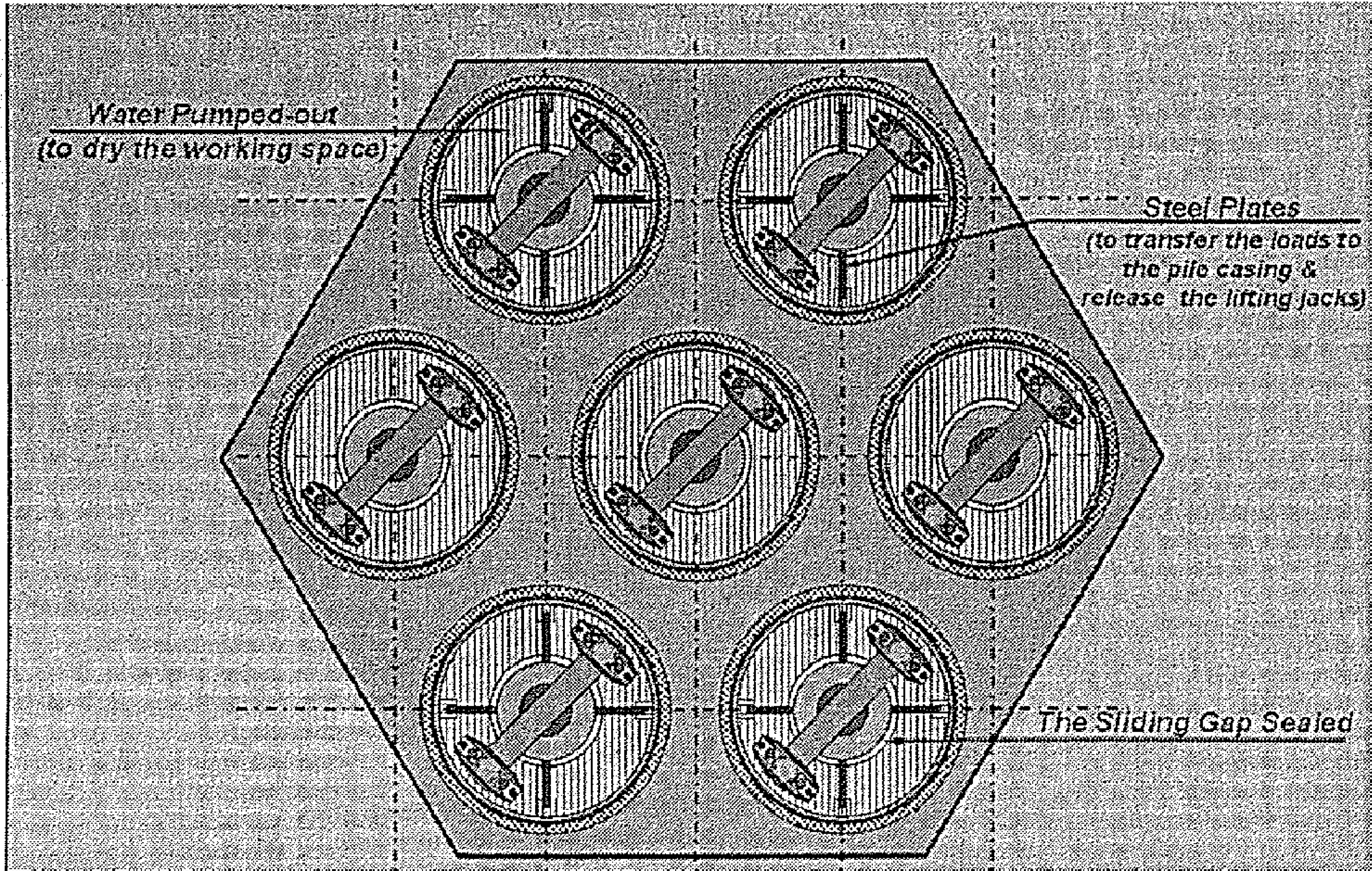
١ - تثبيت وعمل ماسورة قطر ٢,٤ م حول كل خازوق مع عزلها تماما من الخارج قبل النزول تحت سطح المياه لحماية الروافع



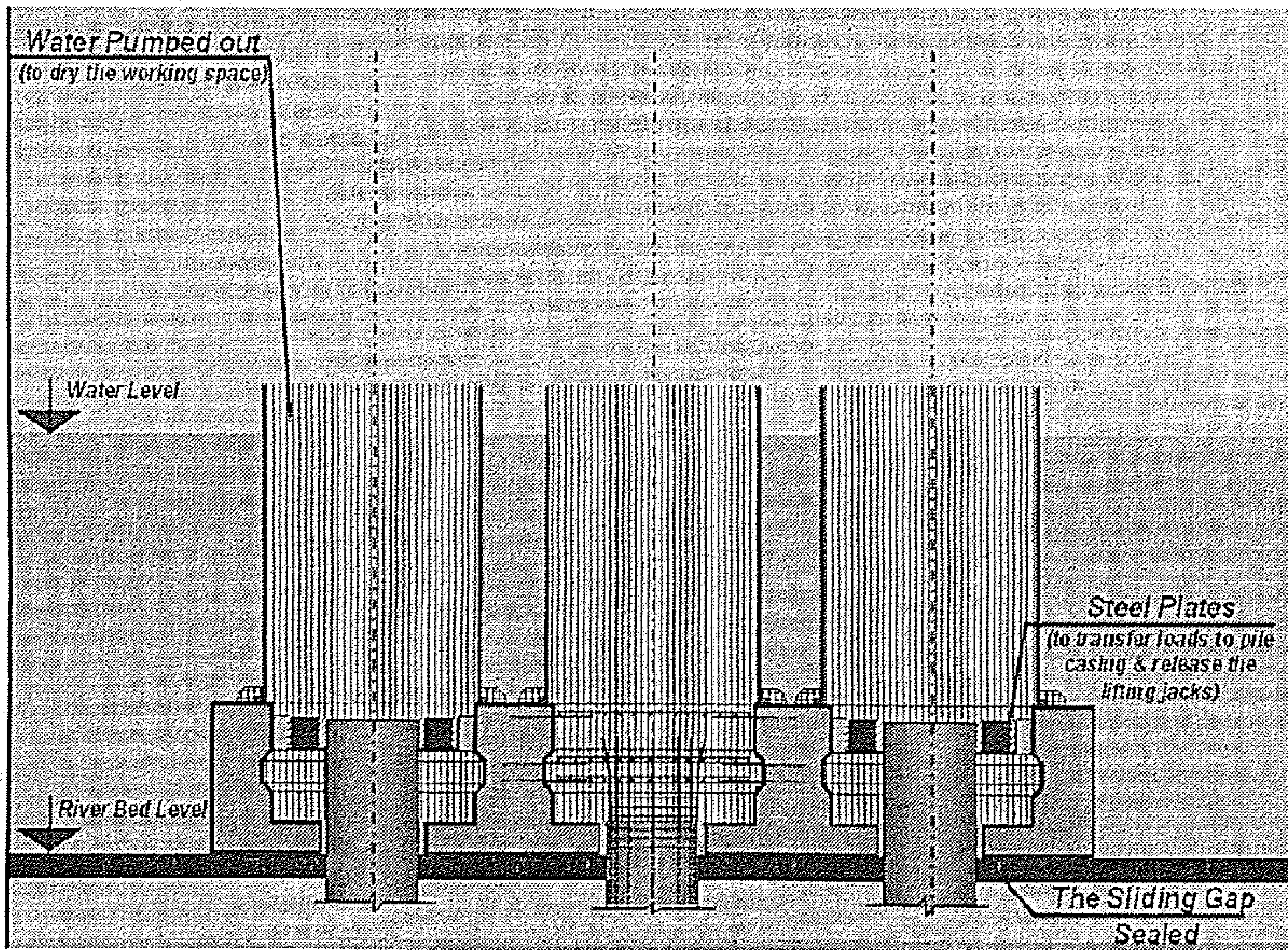
١ - تنزيل هامة الخوازيق الي منسوبها النهائي   ٢ - عزل الفراغ الموجود بين الخازوق والهامة



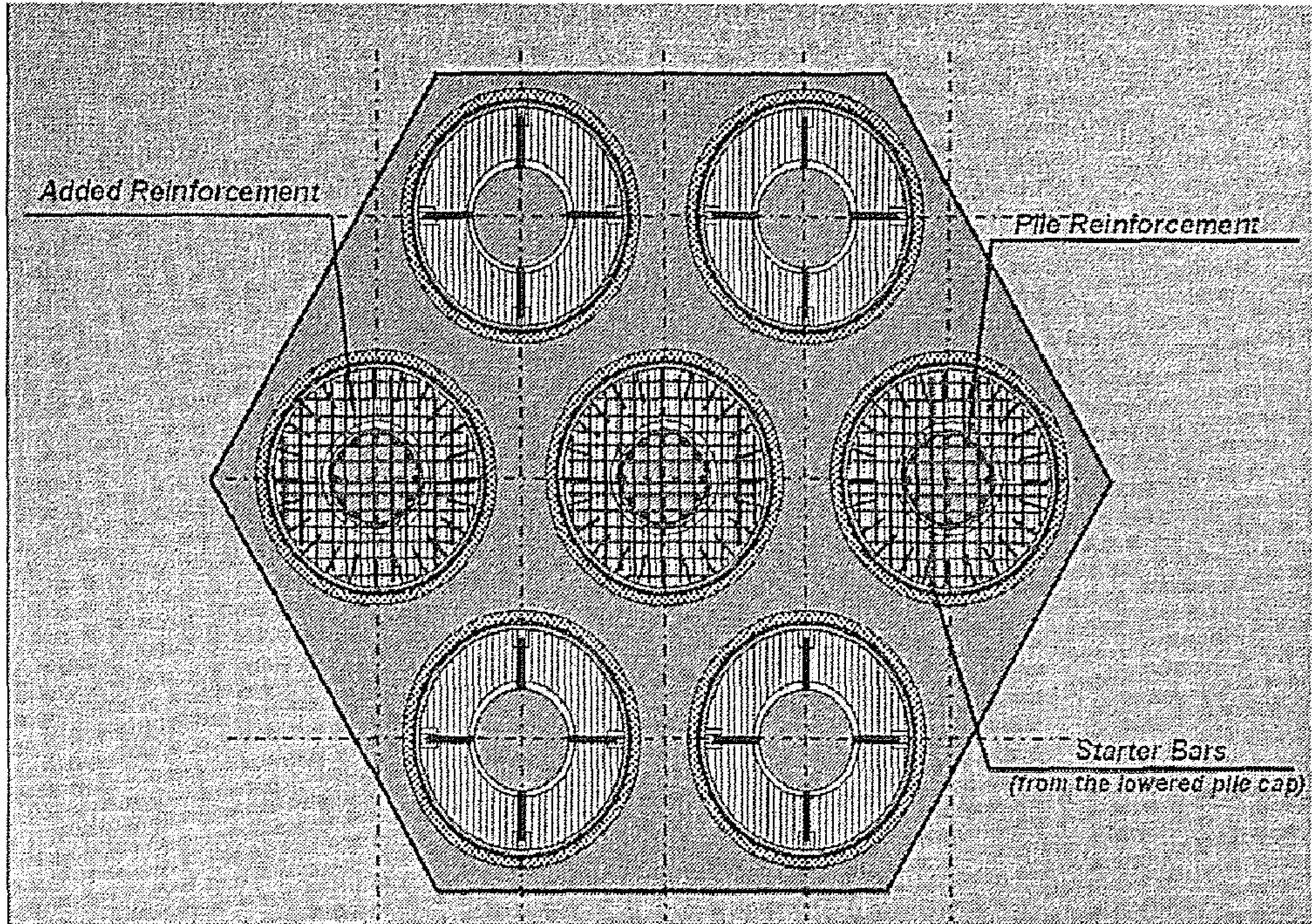
لحام ٤ شرائح معدنية حول كل خازوق لحمل وتثبيت الهامة بالخوازيق



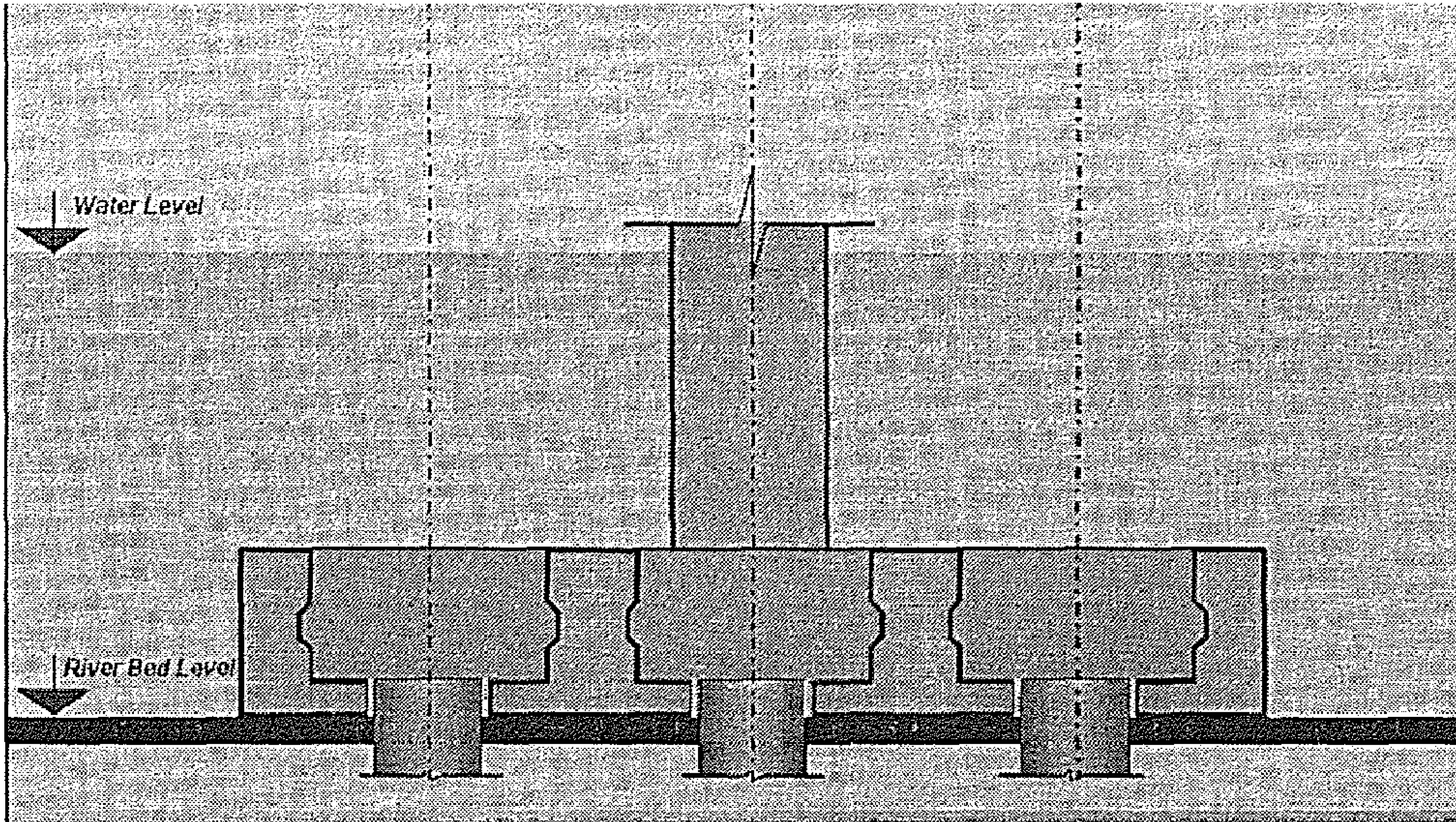
نزح المياه من كل خازوق



أزالة الروافع – تكسير هامات الخوازيق لأظهار حديد التسليح



تسليح هامة الخوازيق



صب باقي هامة الخوازيق وعمود أرتكاز الكوبري شكل (٢)

تتابع تنفيذ هامة الخوازيق تحت الماء

ثانيا : الجزء تحت سطح الماء :

١ – استكمال تنزيل القاعدة إلي المنسوب النهائي لها تحت الماء.

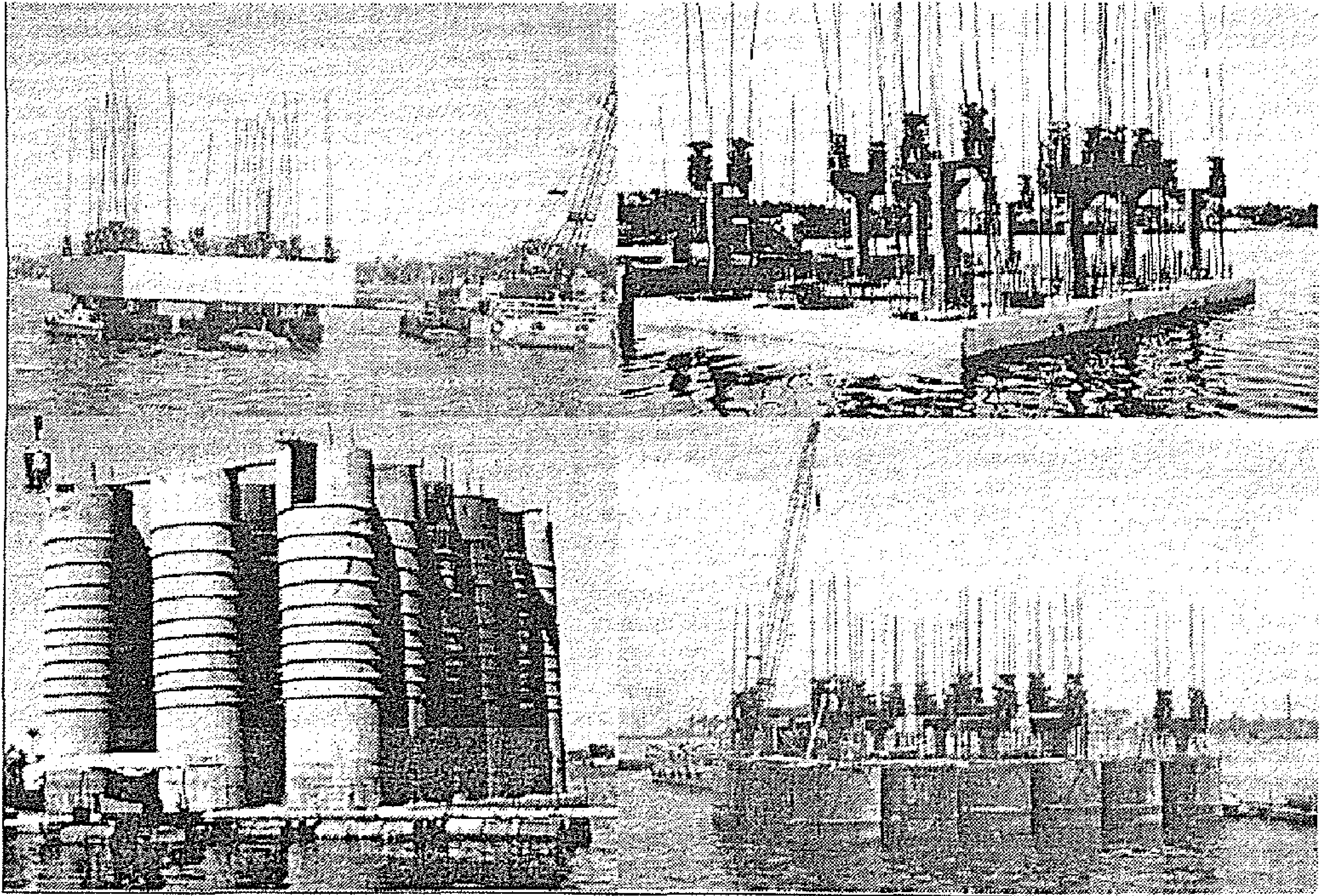
٢ – بعد قفل الفراغ بين الخوازيق والقاعدة ، يتم تجفيف الماء من داخل القاعدة.

٣ – لحام ألواح معدنية لربط القاعدة بالغلاف الخارجي المعدني للخوازيق بعدد كاف لحمل وزن القاعدة .

٤ – فك الروافع الهيدروليكية .

٥ – إزالة الغلاف المعدني للخوازيق وتكسير الهامات وأظهار حديد التسليح – ربط حديد الخوازيق مع حديد القاعدة واستكمال الصب .

ومما يجدر ذكره أن هذه الطريقة توفر ٥٠ % من التكلفة الإجمالية لقواعد الدعامات ، و٦٥% من معدلات التنفيذ ، كما تم تنفيذ دعائم كل من كوبري روض الفرج وكوبري ١٥ مايو بهذا الأسلوب .



شكل (٢) صورة من الطبعة لأساسات أحد الكباري علي نهر النيل – القاهرة

معدلات رفع وتغويص قواعد الكباري:

يتم الرفع بمعدل٧٥ سم /ساعة ، والتغويص بمعدل٧٥ سم/ ساعة .

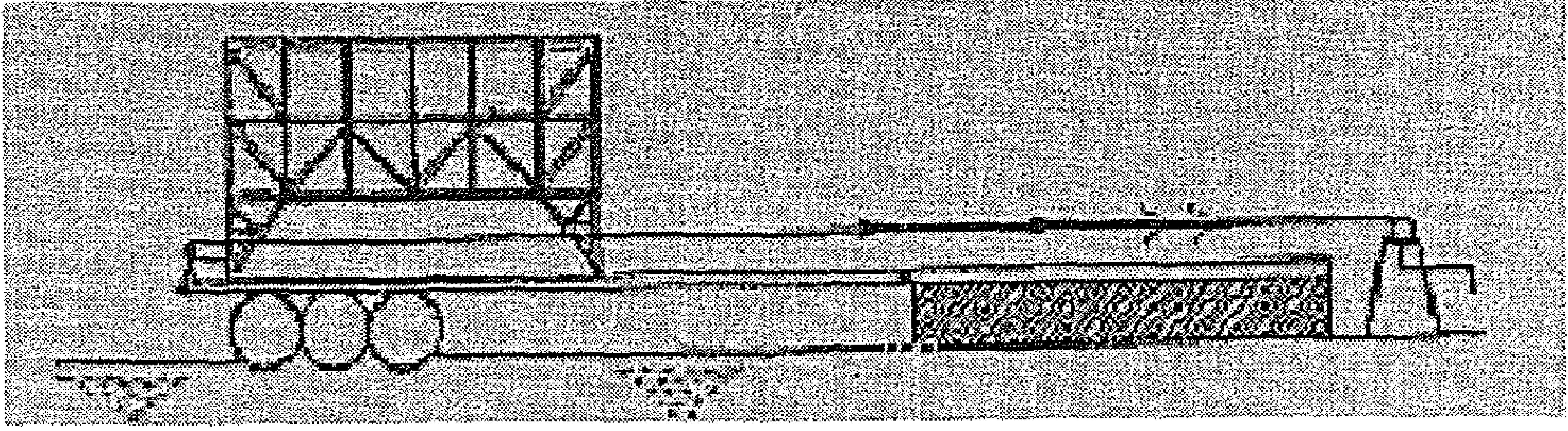
وعلي سبيل المثال : يتم رفع وتغويص قاعدة وزنها ١٠٠٠ طن لعدد ٢٠ خازوق في مدة زمنية قدرها شهر واحد علي فترات متقطعة .

٣ - القيسون الصندوقي داخل المجري المائي باستخدام الهواء المضغوط :

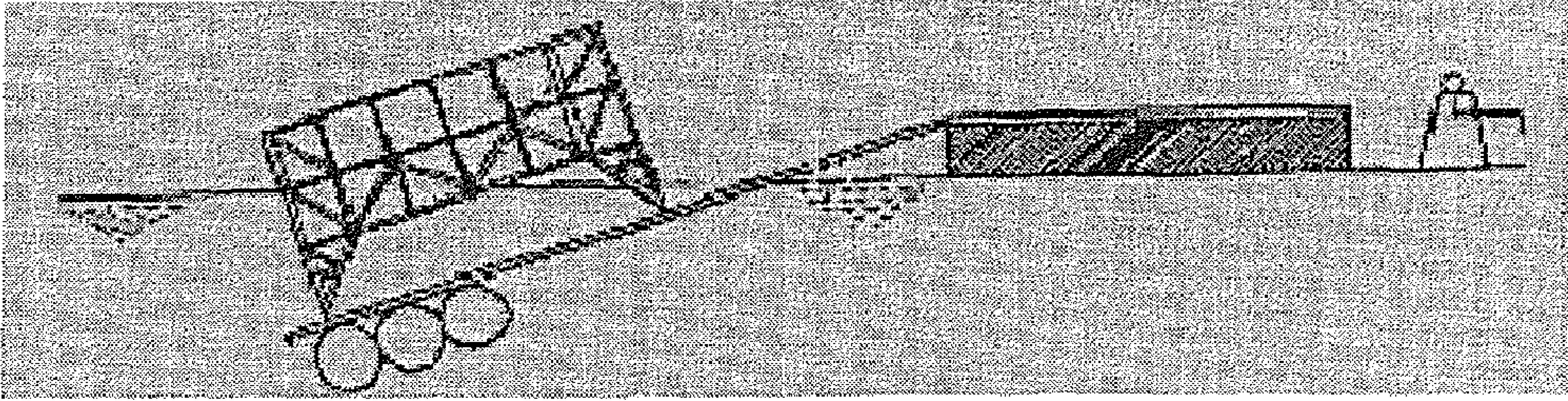
طريقة التنفيذ :

١ - يتم إنشاء قزق لتصنيع القيسون علي الشاطئ ، وهو عبارة عن عدد من الكمرات الخرسانية المسلحة متوازية ومرتفعة ١ متر عن سطح الأرض وفي مستوي أفقي ، يربطها كمرات مسلحة عرضية أخري . يتم تثبيت كمرات معدنية علي الكمرات الخرسانية السابقة . تعمل أرضية أفقية وجوانب رأسية مماثلة لأبعاد القيسون لصناعة القيسون علي هذا القزق . يتصل المنشأ الموجود علي الشاطئ بجزء عائم ، طوله = ضعف طول القيسون ، عبارة عن هيكل معدني مكون من كمرات مجري بقطاع مناسب ، ويرتكز بمفصلات علي الكمرة العرضية الخرسانية علي الشاطئ وفي الطرف الآخر علي عدة مواسير كبيرة مزودة من أعلاها بمحابس ، الغرض منها أمكانيه ملء هذه المواسير بالمياه فيثقل القزق إلى أسفل المياه ويميل الهيكل نحو النيل وينزلق بذلك القيسون . هيكل القيسون عبارة عن منشأ معدني ينفذ بأبعاد القيسون الخرساني ، ذو حوائط وقاع من الصاج ، ومزود بالسكين القاطع علي كامل المحيط . الهيكل المذكور مقوي بالقطاعات المعدنية (زوايا وكمرات) ، لمنع تشكل الجوانب أو الأرضية أثناء التنفيذ .

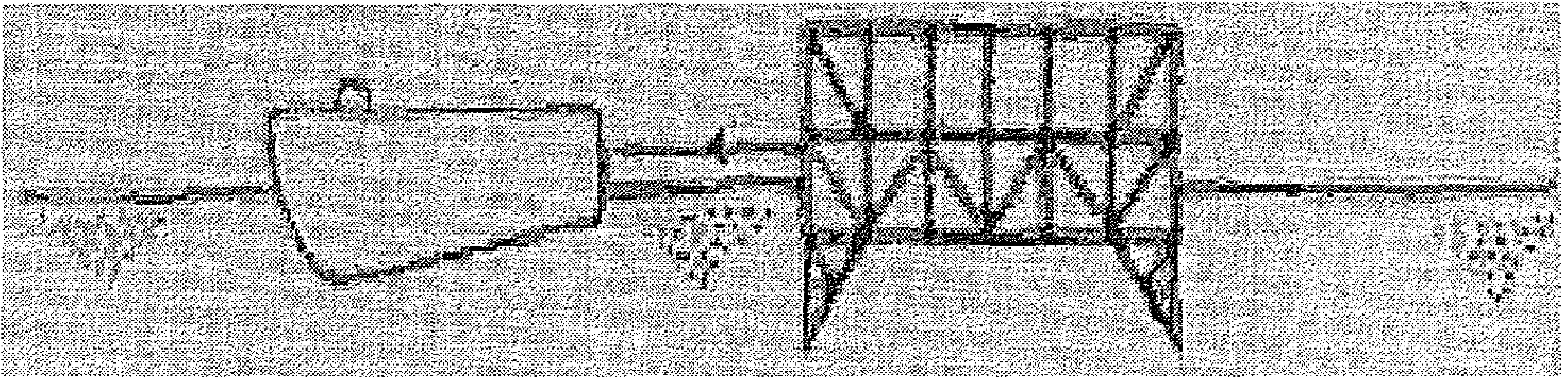
يسحب القيسون إلى مكانه داخل مجري النهر باللنشات ، يحدد مكانه بدقة باستخدام الأجهزة المساحية . يثبت القيسون في مكانه بربطة بمواسير ذات قطر مناسب حول محيطه الخارجي وبأثقال عند القاع - خطوات التنفيذ - شكل (٣) .



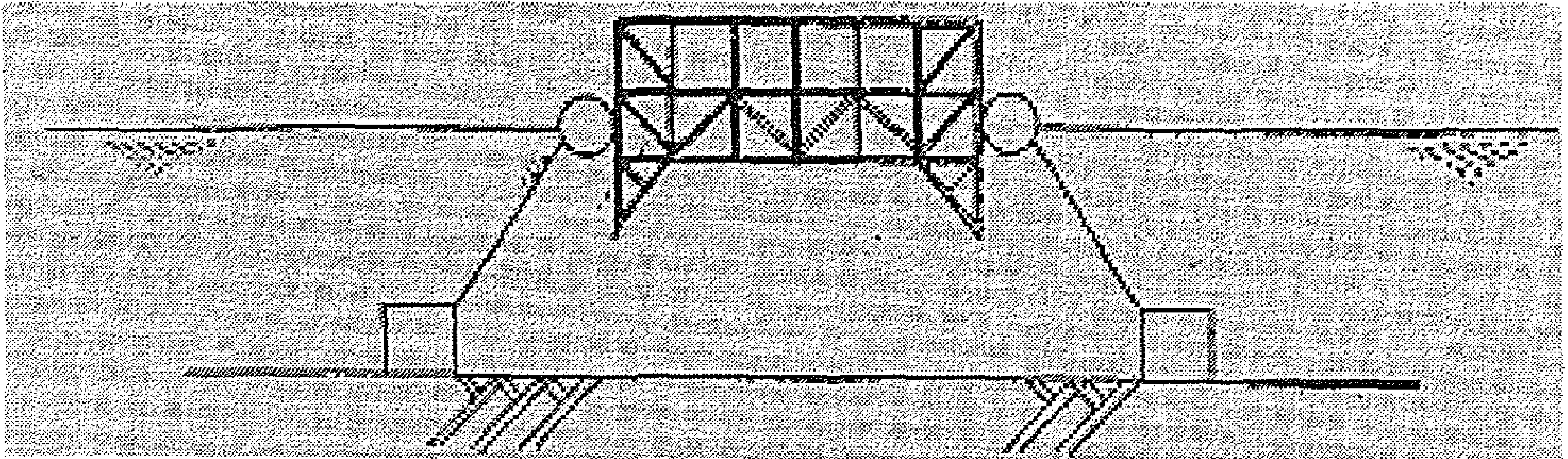
١ – سحب القيسون الي القزق المتحرك



٢ – تعويم القيسون وأنزاله الي النهر



٣ – سحب القيسون الي مكانه بالنهر



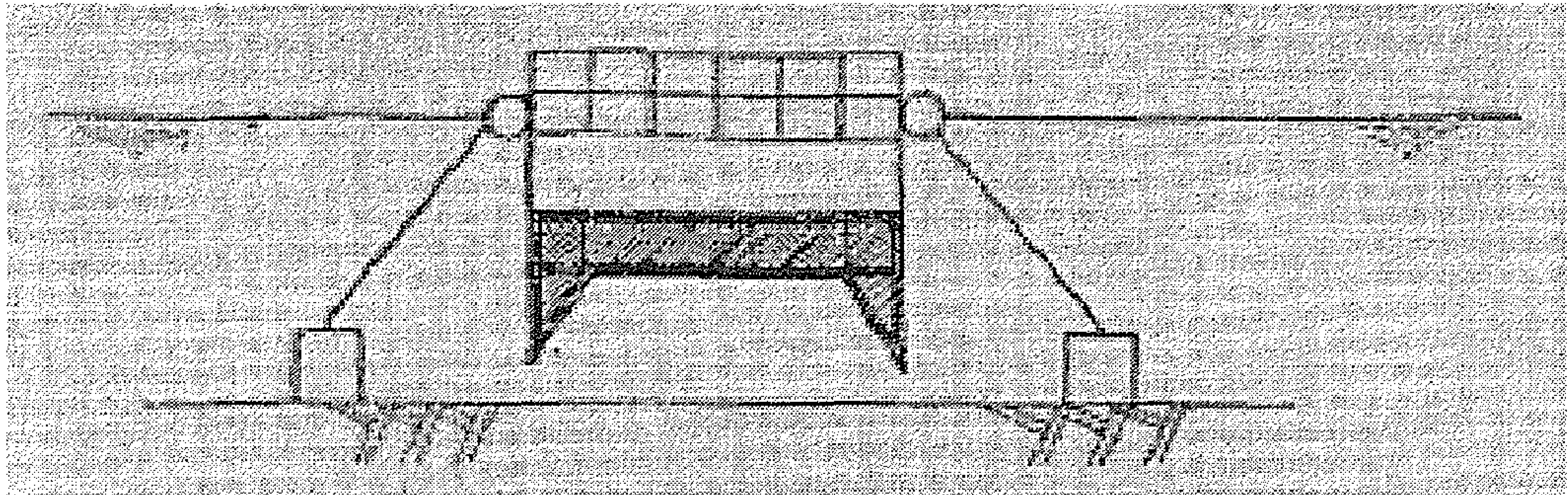
٤ – تثبيت القيسون بواسطة المواسير المقفلة العائمة والبلوكات الخرسانية

٢ – تعمل تجهيزات صب الخرسانة المسلحة داخل القيسون ، يبدأ بتسليح السكينة ثم الصب . نشرع في تجهيز الحطة الثانية بارتفاع متر و تسليحها ثم صبها وهكذا حتي نصل الي منسوب سقف غرفة التشغيل (علي أرتفاع ٢,٤ متر) .

٣ – تنفذ الخرسانة المسلحة للأرضية (سقف غرفة التشغيل) ، مع مراعاة وضع وتركيب القطع المفقودة و مواسير ضغط الهواء . تعمل شدات خشبية لتنفيذ

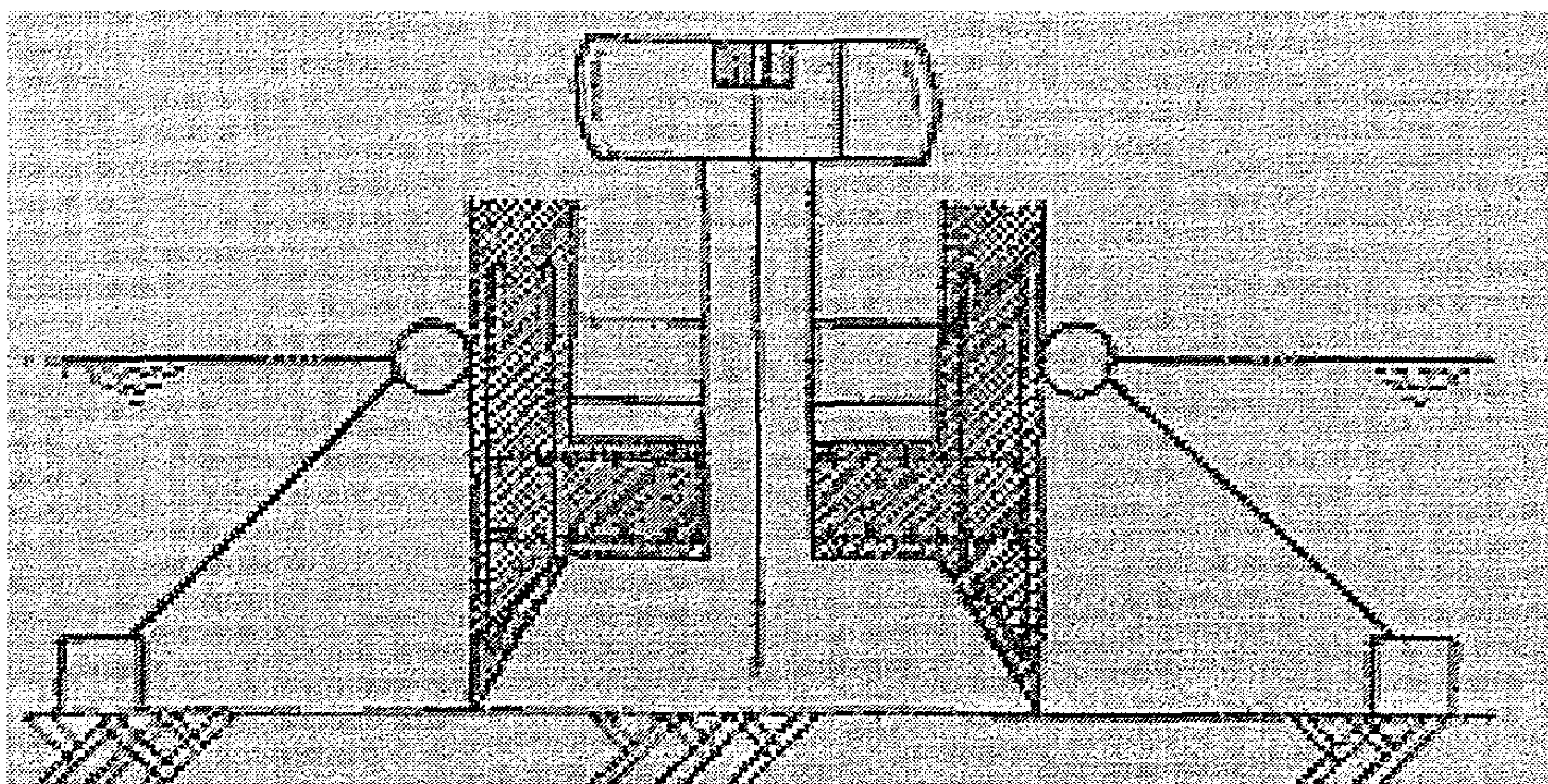
الأرضية . يجب ضرورة تعلية الجوانب الصاج الخارجية للقيسون كلما غاص القيسون في المياه لتنفيذ صب الحطات الخرسانية بالحوائط .

٤ - يستكمل تنفيذ وصب حطات حوائط القيسون مع صب القواطيع الوسطي . يراعي مراقبة غوص القيسون عن طريق مجسات قياس ارتفاع المياه ، عند اقتراب السكينة من قاع النهر ، يتم عمل الضبط النهائي ثم صب حطة خرسانية لتغوص السكينة بالقاع .

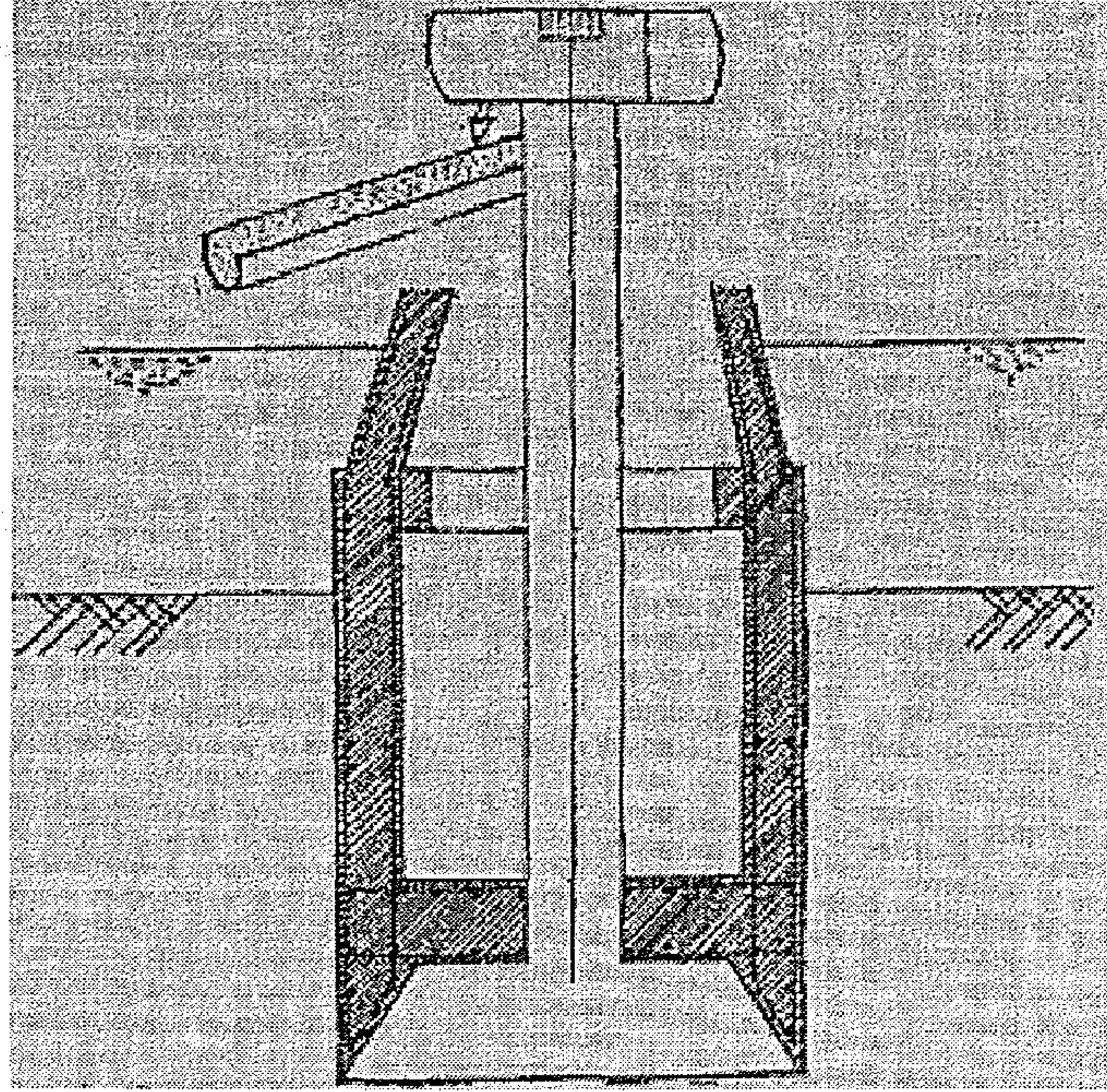


٥ - صب الخرسانة المسلحة بالقيسون ونزوله الي القاع . يتم تزويد وتعلية جوانب القيسون المعدني بألواح صاج معدنية

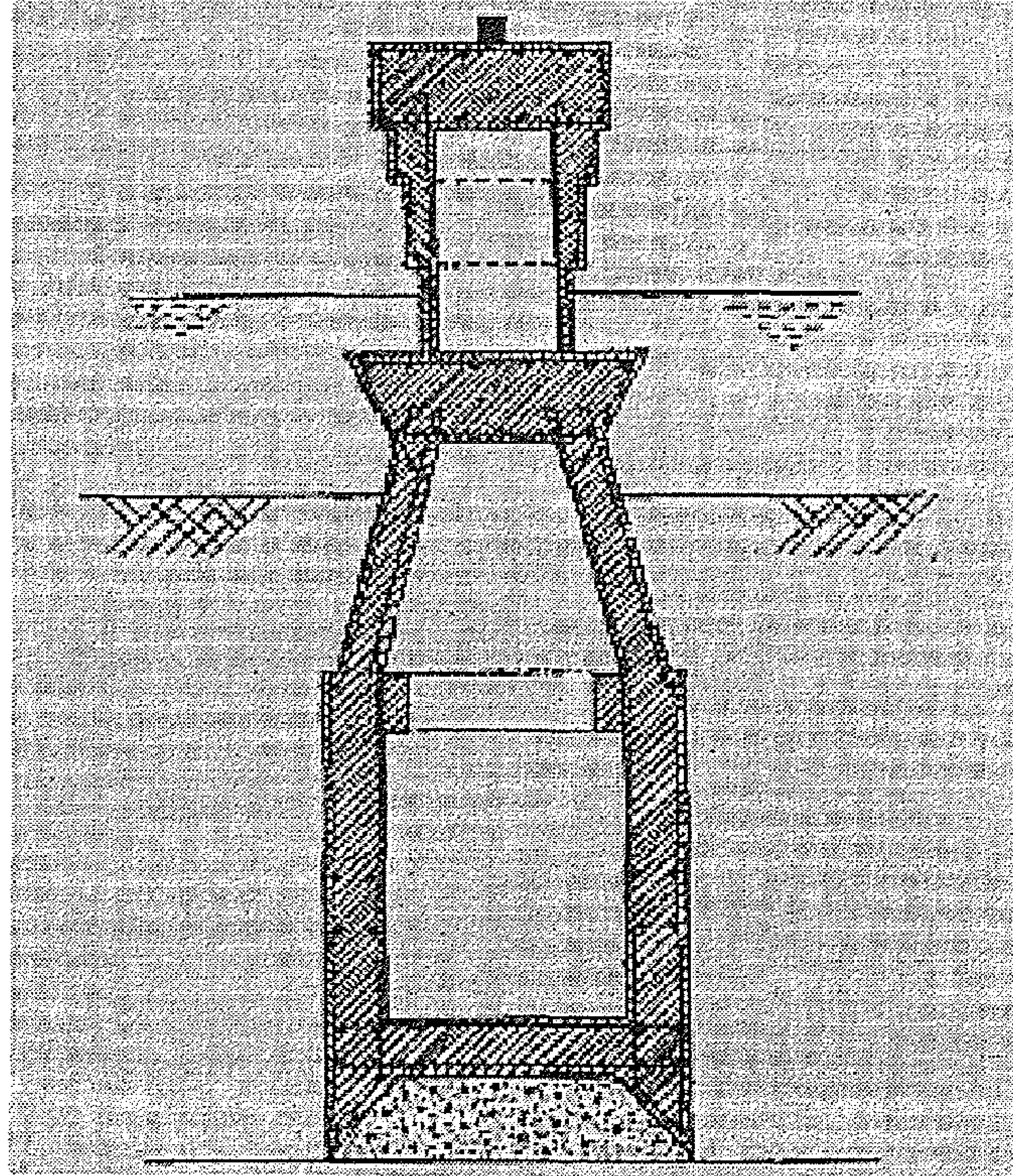
٥ - تركب مواسير العمل و مواسير ضغط الهواء . تركب في النهاية غرفة الضغط و وتوصيلها بمحطة ضخ الهواء استعدادا لبدأ العمل لتغويص القيسون بالهواء المضغوط .



٦ - وصول القيسون الي قاع النيل مع تركيب غرفة الضغط



٧ – الحفر تحت قاع النهر حتي منسوب التأسيس باستخدام الهواء المضغوط



٨ – صب خرسانة عادية للجزء أسفل القيسون مع حقنة ثم بدأ صب الجزء العلوي (أرتكاز الكوبري)

شكل (٣) مراحل تنفيذ القيسون بالهواء المضغوط – كوبري ٦ أكتوبر – القاهرة

تفاصيل تنفيذ القيسونات بالهواء المضغوط :

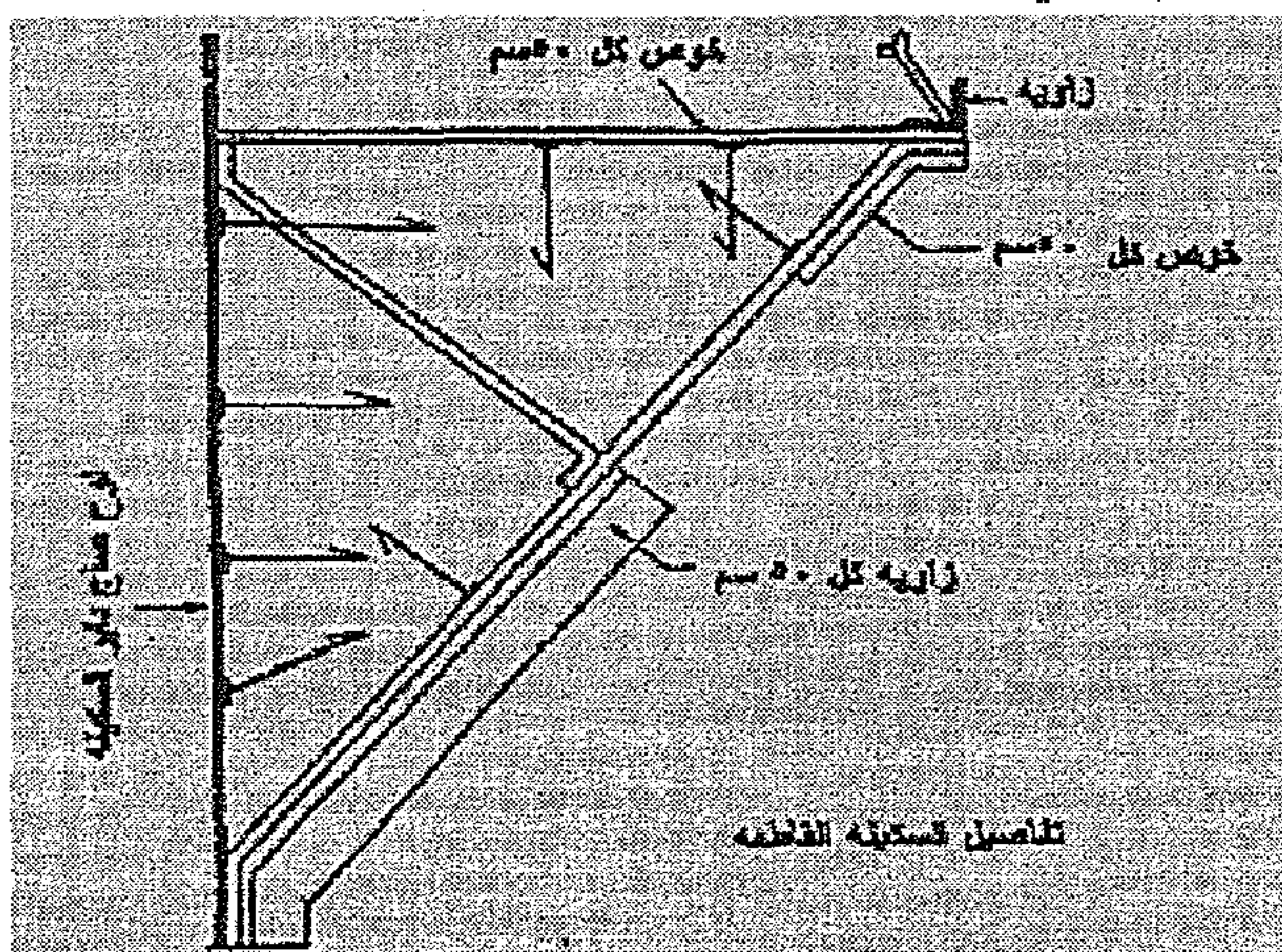
مقدمة :

أن خير مثال للقيسونات المنفذة بالهواء المضغوط ، هو إنشاء دعامات (أساسات الكباري في النيل Bridge Piers، حيث ترتكز هذه الدعامات علي القيسونات المغمورة في المياه ، و يقوم القيسون بنقل الحمل الواقع علي الدعامة إلى طبقه التأسيس .
واستخدام الهواء المضغوط لتنفيذ القيسون يعتبر الحل المثالي في هذه الحالة لكون الهواء المضغوط داخل القيسون يقاوم ويعادل و يضاد في الأتجاه ضغط المياه خارج القيسون مما يمكن العاملين من إنشاء وتغويص القيسون في جو جاف تماما . بعد وصول القيسون الي قاع النهر والبدأ في تشغيل الهواء المضغوط ، نعرض طريقة تغويص القيسون بالهواء المضغوط .

مكونات القيسون :

١ - السكينة Cutting Edge :

وهي منشأ معدني علي شكل حرف ٧ و مقوي من الداخل بقطاعات معدنية و زوايا - شكل (٤) . وفائدة السكينة هو تسهيل اختراق الأرض أثناء عملية الحفر وهي أوطى جزء في حائط القيسون . عند بداية صب الخرسانة لحائط القيسون ، تملأ الخرسانة السكينة المعدنية أولا ثم باقي الحائط .



شكل (٤) السكينة القاطعة أسفل القيسون

٢ - جسم القيسون :

و يكون من الخرسانة المسلحة . يفضل القطاع المستطيل لارتكاز الدعامة . السقف السفلي للقيسون - الأرضية - تكون مرتفعة بمقدار ٢,٢٥ متر تقريبا عن طرف السكينة لخلق فراغ مناسب للعمال لأداء عملية الحفر . يوضع في السقف - قبل الصب - قطعتين دائريتين أو علي شكل القطع الناقص (١,٦ ×٠,٦) من الحديد و ملحوما في الطرفين فلانشتين معدنيتين . تسمي هذه القطع بالقطع المفقودة Lost Pieces تكون أحداها عند السطح السفلي للسقف وتكون الأخري عند السطح العلوي للسقف حيث يتم ربط ماسورة التشغيل بها بالمسامير وجوانات الكاوتشوك - شكل(٦). كما يوضع بالسقف أيضا ماسورتين من الحديد بفلانشتين قطر ٦" يتم توصيلهما بخرطوم ثم الي محطة الهواء المضغوط . يوضع أيضا مواسير من الحديد المجلفن قطر ٢" ، موزعة علي مسطح القيسون ومزودة بفلانشتين لغرض أعمال الحقن . يفضل أن تكون المسافة بين أي ماسورتين في حدود ٣ - ٤ متر . يزود القيسون من الداخل بحوائط من الخرسانة المسلحة (قواطيع) لارتكاز الحوائط الطويلة وتخفيف الأجهادات عليها .

٣ - محطة ضخ الهواء :

تتكون محطة ضخ الهواء - شكل (٥) من العناصر الآتية :

أ - ضواغط الهواء :

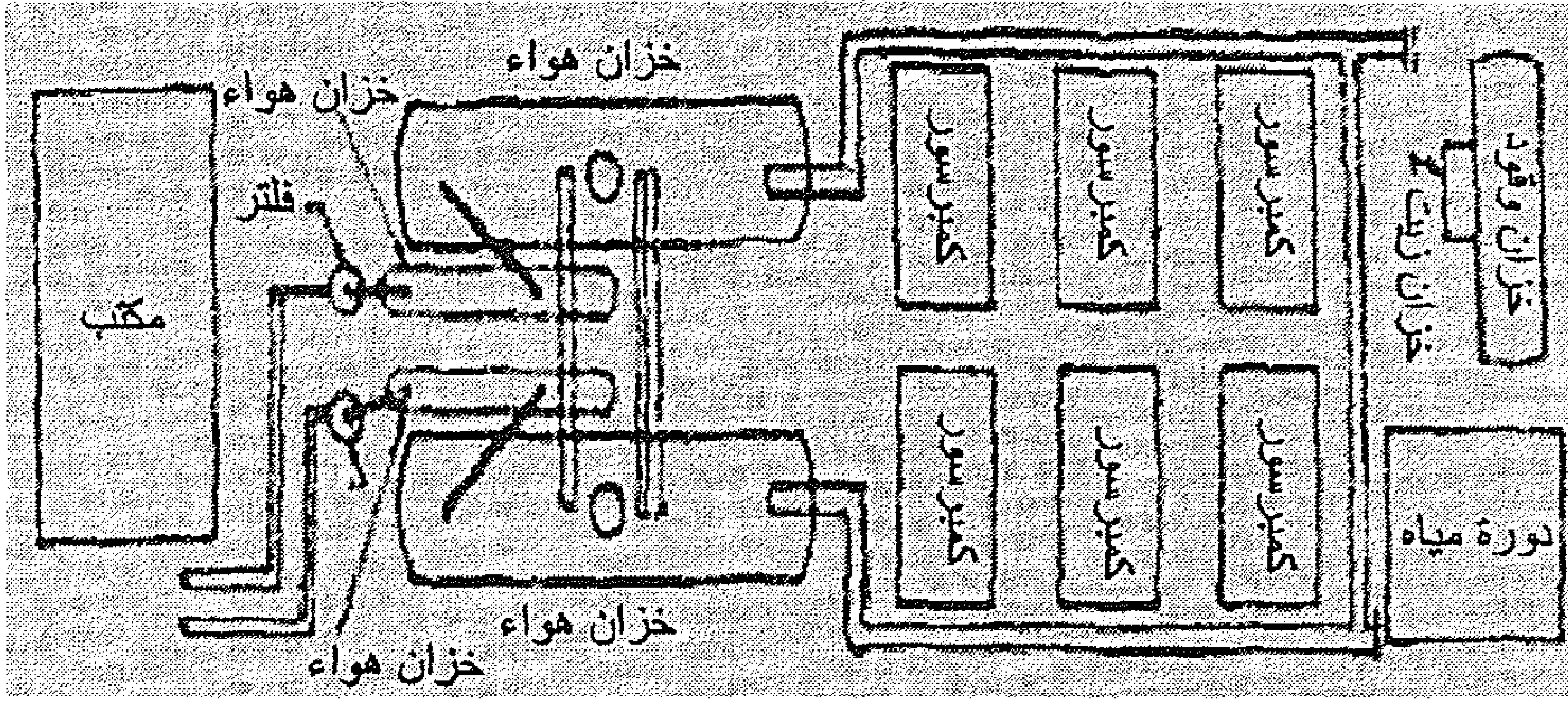
عدد ٦ ضاغط هواء ، يفضل الضاغط ذو الضغط الواطي . يقوم بالعمل ٢ ضاغط فقط بينما باقي الضواغط تعمل احتياطيا . يجري العمل ٢٤ ساعة يوميا . تتصل هذه الضواغط مع بعضها بماسورة مجمعة و تتجه إلى البيارة و يخرج منها فرع إلى خزان هواء معدني سعة ١٠ متر مكعب يعمل احتياطيا للطوارئ . كما يخرج فرعا آخر إلى المستشفي الخاص بعلاج العاملين في الهواء المضغوط .

الماسورة المتجهه إلى البيارة تمر علي فلتر (مرشح) لتنقية الهواء الخارج من الضواغط قبل الدخول إلى القيسون لتنقيتة من أية أبخرة زيوت ضارة بالعاملين ،

كما تمر أيضا علي مبرد لـتلطيف الجو داخل القيسون .

ملاحظة :

في حالة عدم توفر الضواغط ذات الضغط الواطي و الاضـطرار لاسـتخدام الضواغط ذات الضغط العالي – يتم تركيب صمام تخفيض الضغط عند مخرج ماسورة الهواء . الغرض منه تخفيض الضغط العالي الوارد من ضاغط الهواء ليصل إلى الضغط المناسب للعمل داخل القيسون .



شكل (٥) محطة ضغط الهواء

ب – خزانات الطوارئ :

يركب ٢ خزان هواء احتياطي سعة كل منها ١٠متر مكعب من الهـواء (تكـون أحتياطية) لـتغذية القيسون بالهواء في ظروف تعطل ضواغط الهواء حتى يخرج عمال الحفر من داخل القيسون .

جـ – المستشفي :

وهي عبارة عن غرفه معدنية محكمة الغلق مزوده بسرير لـتمريض أي عامـل أصيب من ضغط الهواء. يصاب العامل بذلك إذا خالف لوائح العمل فـي الهـواء المضغوط مثل النزول أوالخروج من القيسون بسرعة في زمن أقل من المسموح به يدخل العامل إلى المستشفي و يحكم غلقها ، ثم يتم تسليط الهواء داخل المستـشفي تدريجيا وبمعدل أبطأ حتى يصل إلى الضغط الذي تعرض له . يخفـف الـضغط تدريجـيا أيضا بمعدل أقل حتى نصل إلى الضغط الجوي العادي . يعود العامـل

بعد ذلك إلى حالــته الطبيعية .

و الجدول الآتي يحدد مده تخفيض الضغط لخروج آمن للعمال :

الضغط داخل القيسون ض.ج	عدد ساعات التشغيل (الوردية)	مدة تخفيض الضغط والخروج
٠,٥ – ١	٦ ساعات	٢٥ دقيقة
١ – ١,٥	٦ ساعات	٤٥ دقيقة
	٥ ساعات	٣٥ دقيقة
١,٥ – ٢	٥ ساعات	١٢٠ دقيقة
	٤,٥ ساعة	١٠٠ دقيقة
	٤ ساعة	٨٥ دقيقة
٢ – ٢,٥	٤ ساعات	١٦٠ دقيقة
	٣,٥ ساعة	١٤٠ دقيقة
	٣ ساعات	١٢٠ دقيقة
٢,٥ – ٣	٢,٥ساعة	١٩٥ دقيقة
	٢ساعة	٢١٠ دقيقة

د – **الفلاتر :**

عند خروج الهواء من الضواغط – يكون مختلطا ببخار الزيت خاصة إذا لم يكـــن الضاغط جديدا – تركب الفلاتر علي الماسورة الخارجة مـــن ضـــواغط الهـــواء لـــتنقية الهواء حيث أنه ضار بصحة العاملين .

و – **صمام تخفيض الضغط :**

في حاله استخدام ضواغط هواء ذات ضغط عالي ، يكون ضغط الهواء يساوي ٧ ضغط جوي – بينما الضغط المطلوب داخل القيسون حوالي ٠,٥ إلى ١,٥ ضغط جوي ، لذلك يركب الصمام لـــتخـــفيض الضغط عند مخرج محطة الهواء وليلائم الضغط المطلوب داخل القيسون .

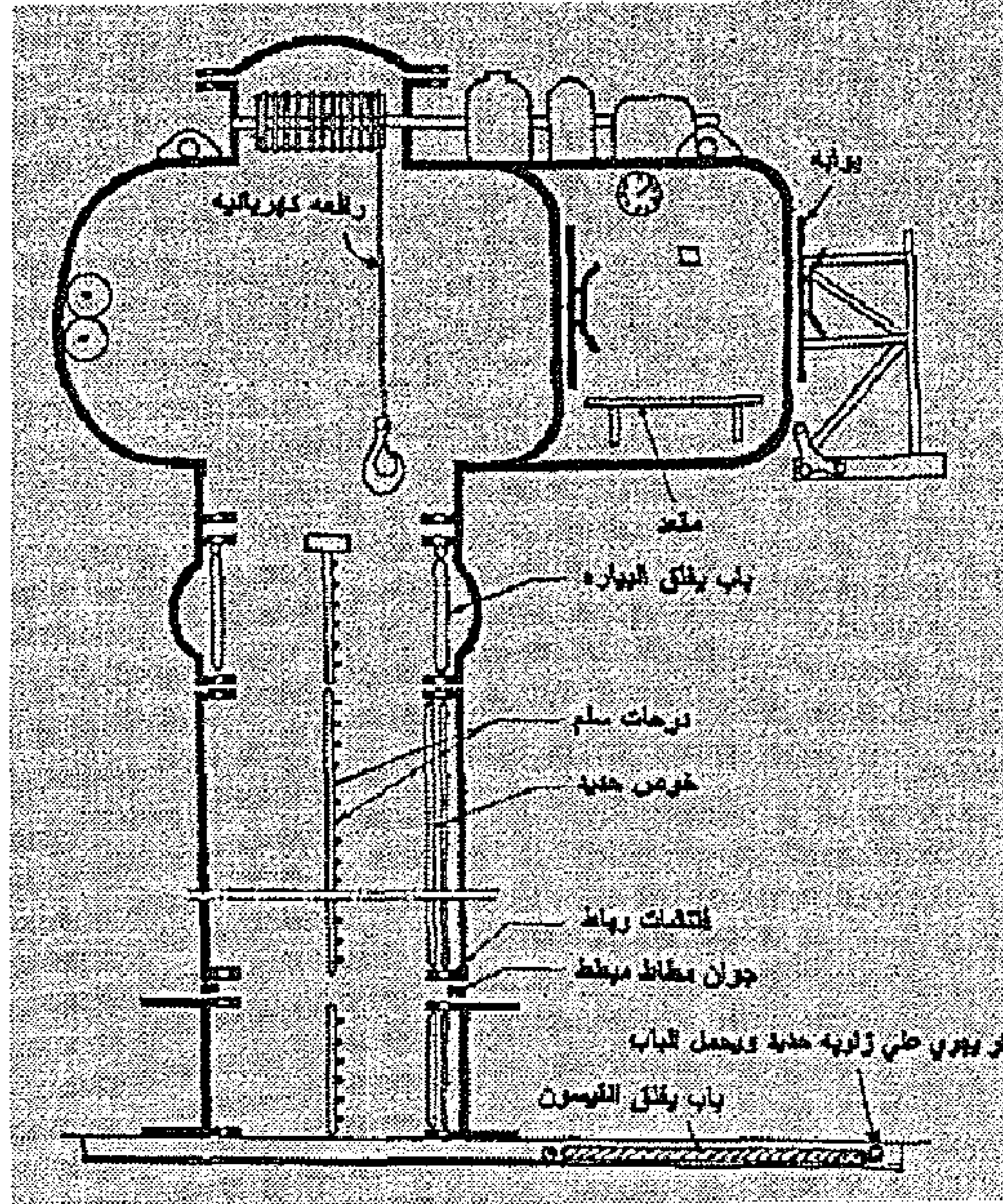
س – غرفة الضغط (الكباية) :

و هي غرفة أسطوانية محكمه الغلق – قطرها حوالي ٢ متر و طولها ٥ متـر – شكل (٦) . بها مقاعد لجلوس العمال و مـزوده ببـاب للـدخول و الخـروج ، بالأضافة إلى باب يغلق علي ماسورة العمل لحفظ الضغط . و تتصل بماسـورة رأسيه تسمي ماسورة العمل – قطاع هذه الماسورة دائري أو أسطواني – و هـي مكونة من قطع مواسير متصلة ببعضها عن طريق فلانشات وجوانـات – طـول الوحدة ٢ متر تتصل في النهاية بالقطعة المفقودة .

تزود غرفة الضغط أيضا بموتور كهربائي لسحب جردل الحـفر و إنزاله .

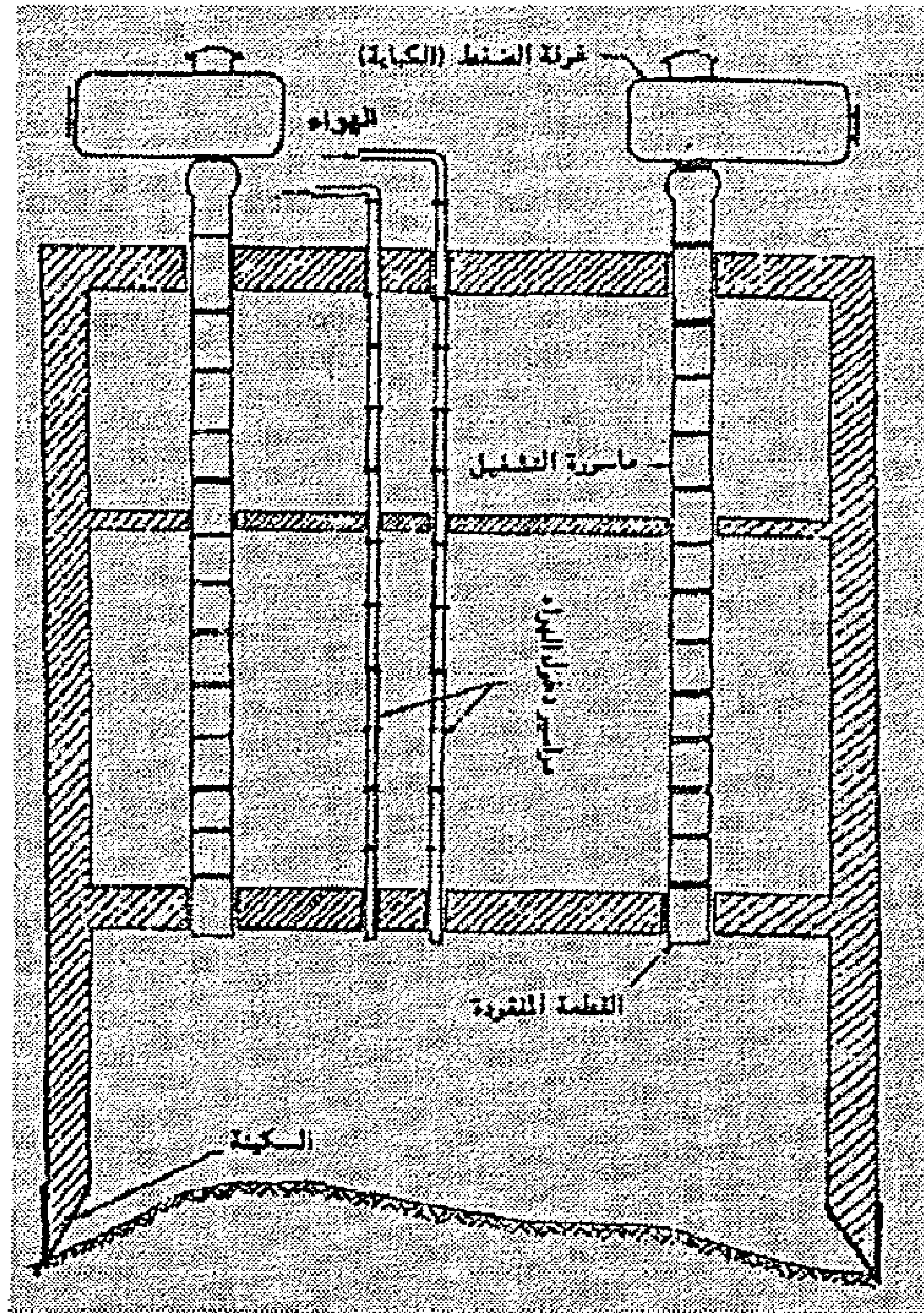
ـريقة تنفيذ القيسون تحت الماء :

١ – نبدأ الحفر داخل القيسون ، يدخل العمال داخل غرفة الضغط وتغلق بأحكام ، ويسلط ضغط الهواء داخلها طبقا للجدول الـسابق . يسلط أيضا ضغط الهواء اللازم للـتغلب علي المياه داخل غرفة الـتشغيل بالقيسون . يكـون ضـغط الهواء مساويا لارتفاع عامود المياه في الخارج مضافا له ٢– ٣ متر زيـاده مقابل الفواقد وخلافه . عند الوصول للضغط المطلوب ، يتم نزول العمال إلى داخل القيسون وبدأ عملية الحفر . يتم تعبئه جرادل معدنية أسطوانية خاصـة بمقاسات تناسب ماسورة العمل ، سعتها ١ / ٨ م٣ بالأتربة . يعلق الجـردل بسلك صلب متصل بموتور الرفع عند غرفة الضغط . تملأ الجرادل الخاصة بالحفر وعند امتلائها يتم رفعها بواسطة موتور الرفع إلى أعلي . يغلق بوابة أسفل الجردل المذكور ثم تفتح بوابة الخروج ليتم تفريغ الأتربة . يعاد الجردل مرة أخري ويغلق الباب الخارجي ثم يفتح الباب الداخلي لينزل إلى أسفل ليتم تعبئته مره أخري . يتم الحفر بانتظام علي مسطح القيسون بمعدل ٢ – ٢,٥ م٣ / وردية .



شكل (٦) غرفة الضغط – الكباية ، تتصل بماسورة التشغيل ثم القطعة المفقودة عند السقف السفلي

٢ – نبدأ الحفر داخل البيارة مع خروج مواد الحفر الي الخارج بدون أن يستخدم الهواء المضغوط طالما لا يعوق العمل وطالما لا توجد مياه رشح . يتم الحفر بانتظام علي مسطح البيارة و نلاحظ هبوط البيارة شيئا فشيئا – شكل (٧) .



شكل (٧) البيارة في وضع العمل

٣ – عندما تكون مياه الرشح مرتفعة داخل البيارة فأنه يجب البدأ في الحفر تحت ضغط الهواء . عند ملاحظة أرتفاع مياه الرشح فيجب زيادة ضغط هواء الي داخل البيارة بنفس قيمة أرتفاع المياه من منسوبها الطبيعي الي منسوب الحفر حتي تكون الأرض في حالة جفاف تام . يدخل العمال الي داخل غرفة الضغط ثم تغلق البوابة الخارجية . نبدأ في رفع الضغط داخل غرفة الضغط و داخل منطقة الحفر في آن واحد حتي نصل الي القيمة اللازمة للتخلص من مياه الرشح . يلاحظ أن ضغط الهواء يزيد قليلا عن عامود المياه ، السبب في ذلك أن هناك كمية من الهواء تفقد في مسام الأرض و في وصلات المواسير – لذلك ، فعند ضغط الهواء يقوم العمال بالنزول . وفي حالة وجود مياه بسيطة، يبلغ العمال مسئول محطة الهواء – عن طريق التليفون – برفع الضغط قليلا حتي تمنع المياه و يستطيع العمال القيام بالعمل في سهولة ويسر .

٤ – يبدأ في الحفر ، فيتم تعبئة جرادل معدنية أسطوانية خاصة بمقاسات تناسب ماسورة العمل ، سعتها ١/ ٨ م٣ معلقة بسلك صلب متصل بموتور الرفع عند غرفة الضغط . يرفع الجردل الي أعلي ثم يقوم أحد العمال بغلق الباب العلوي علي القيسون لعزل ماسورة العمل و منطقة الحفر عن الضغط الجوي الخارجي. يفتح باب جانبي لخروج الجردل و يفرغ من الأتربة ثم يعود الي الداخل و يغلق الباب الخارجي . يفتح الباب علي ماسورة العمل و يهبط الجردل الي أسفل للتعبئة وهكذا . يراعي أن يتم الحفر بانتظام علي كامل مسطح البياره . تبلغ الأنتاجيه ٢ – ٢,٥ م٣ أتربة في الساعة (في حالة الحفر اليدوي) .

٥ – باستمرار الحفر و التعميق يكون القيسون معلق بسبب ضغط الهواء في غرفه التشغيل . نقوم بالعمل مده أسبوع و حتى يكون العمق أسفل السكينة قد وصل إلى ٧٠ – ٨٠ سم . نخرج العمال ثم نوقف ضغط الهواء (تدريجيا)، ليهبط القيسون بالمقدار السابق . يعاد العمل كما سبق حتى يتم

التغويص بالكامل . يتوالي الصب للحوائط مع استمرار التغويص . شكل (٨) يوضح عملية تنفيذ قيسون داخل مجري النهر .

يتم عمل ميزانية علي القيسون – يوميا – و اكتشاف ميل القيسون من عدمه . ومن المشاكل الشائعة حدوث ميل للقيسون بعد الهبوط – لذلك يبلغ رئيس الوردية بضرورة تعميق الحفر في الناحية العالية من الحفر أكثر من الناحية المقابلة حتى نستعيد توازن القيسون مرة أخري . القيسون أثناء التنفيذ .

ملاحظات علي عملية الحفر :

١ – عند أنتهاء أعمال الحفر والوصول إلى المنسوب النهائي – و المفروض أنه طبقه رملية – تؤخذ حوالي ١٠ عينات من أماكن متفرقة من القيسون في أكياس بلاستيك و ترسل إلى استشاري التربة و الأساسات للمعاينة و الاعتماد. في حاله وجود أي مواد طينية أو غير مرغوب فيها ظهرت بالعينات – و في حالة طلب المهندس الاستشاري تعميق الحفر – فأنه يجب زيادة الحفر إلى عمق أكبر بحوالي ١ متر ، و تؤخذ العينات مره أخري للاعتماد . لا يسمح بهبوط القيسون للعمق الجديد و يترك معلق تحت تأثير ضغط الهواء ثم نبدأ في صب هذه الفراغ بالخرسانة العادية حتى بطنيه السقف .

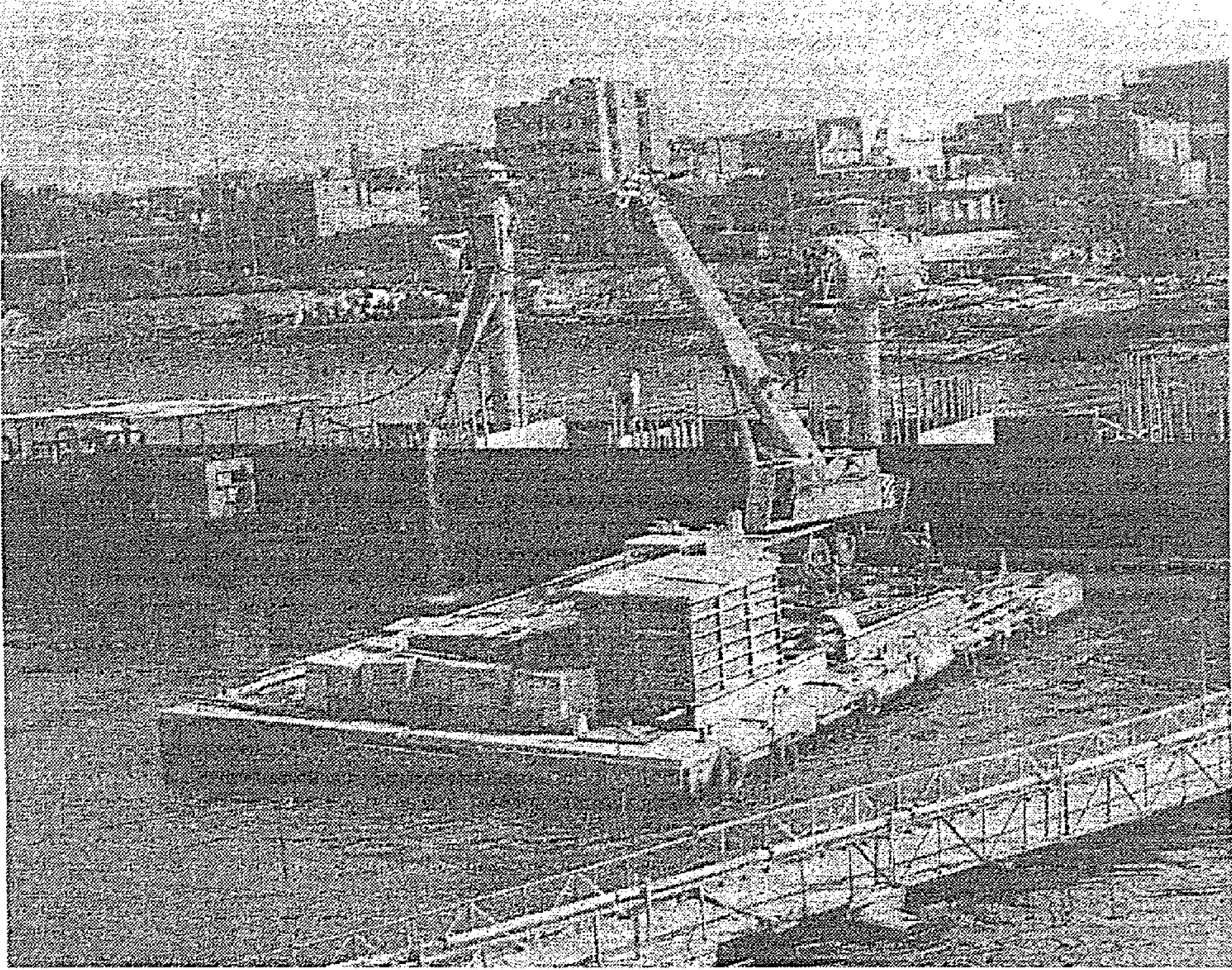
٢ – يمنع التدخين نهائيا حيث يكون الجو مشبعا بالأكسجين . كما تستخدم لمبات للأناره بقوه ١٢ فولت حتى لا تتسبب في أي حوادث .

٣ – يمكن تنزيل معدة حفر – تعمل بالبطاريات – داخل منطقه التشغيل مثل الحفار للإسراع بمعدلات العمل . يتم تنزيله إلى داخل منطقة الحفر أسفل البيارة مفككا علي أن يتم تجميعه فيها . يحظر استخدام أي معدة تعمل بالديزل حيث تنتج غازات ضارة بالعاملين .

صب الخرسانة العادية داخل منطقه التشغيل :

بعد انتهاء عملية الحفر و اعتماد المنسوب النهائي من استشاري التربة و الأساسات، نبدأ في صب الخرسانة العادية لملء هذه المنطقة بالكامل . تصب الخرسانة العادية من

الأسمنت بنسبه ٤٠٠كجم أسمنت / م٣ مع أضافه مادة مقاومة للرشح للخلطه الخرسانية . يتم خلط الخرسانة خارج القيسون ثم تعبئة جردل الحفر بها . يدخل الجردل إلى داخل ماسورة العمل و يغلق الباب الخارجي ثم يفتح باب القيسون . تنزل الجردل إلى داخل القيسون بالرافعة الكهربائية ثم يتم تفريغه و نقل الخرسانة إلى مكان الصب . يفضل صب الأجزاء أسفل السكينة أولا لتثبيت موقع القيسون بشكل نهائي ثم الأجزاء الوسطي بعد ذلك .

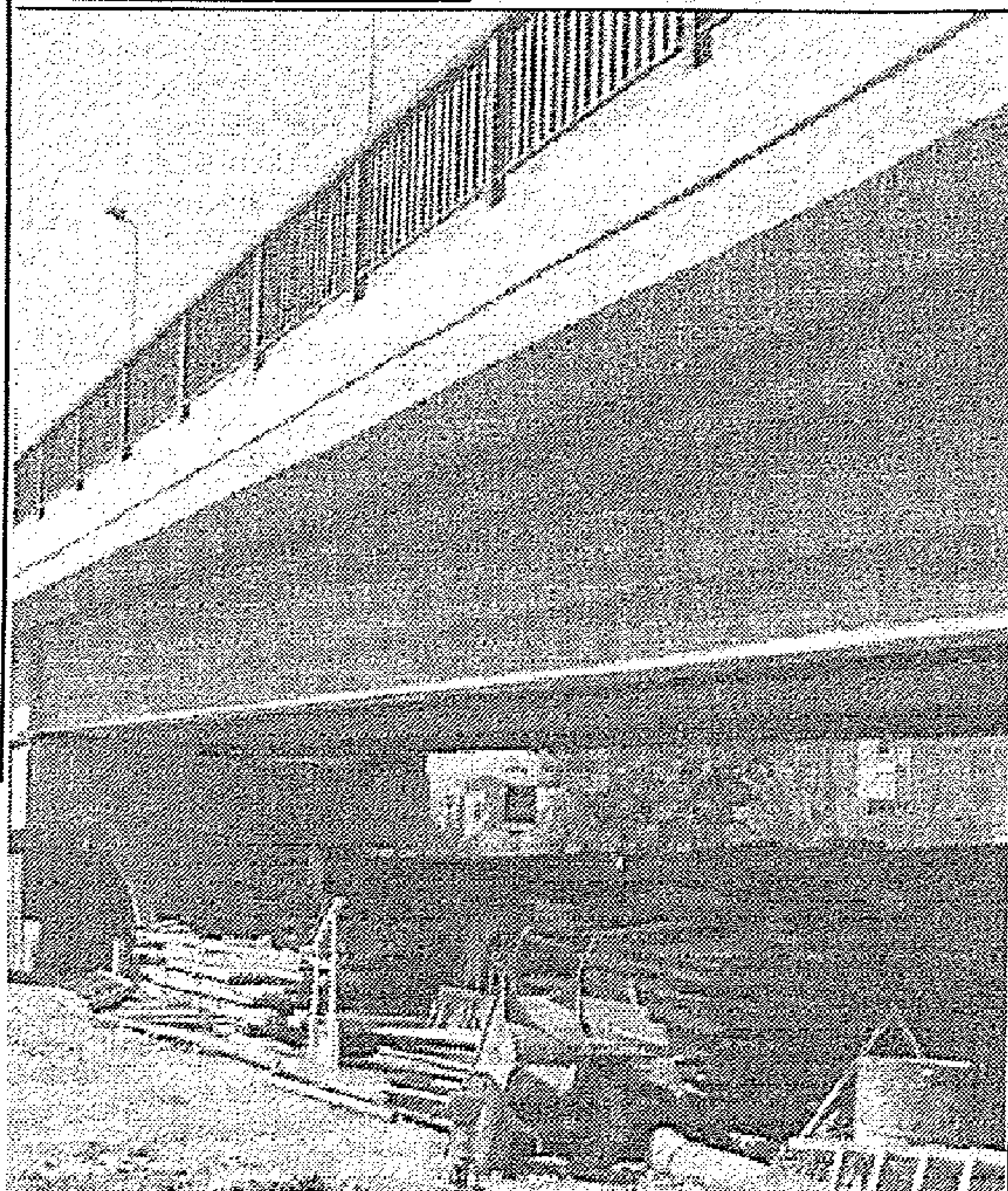


شكل (٨) القيسون أثناء التنفيذ في المجري المائي

المراجع

١ – معهد التدريب لشركة المقاولون العرب .

٢ – الخبرة العملية الكبيرة للمؤلف .



الباب الثامن عشر

طرق أنشاء الكباري

طرق أنشاء الكباري

تتعدد الطرق لتنفيذ جسم الكوبري تبعا لتوافر التكنولوجيات اللازمة للأنشاء أو طبيعة موقع العمل ۰۰۰۰ ومن هذه الطرق المنفذة في جمهورية مصر العربية ما يلي :

١ – نظام العربات الكابولية المتحركة Cantilever Carriage System . منفذ في كوبري ٦ أكتوبر وروض الفرج و كوبري الجيزة .

٢ – نظام دفع الهيكل العلويDeck Pushing System . منفذ في كوبري الزمالك .

٣ – نظام الكمرات الطائرة Launching Girders System منفذ في أمتداد كوبري ٦ أكتوبر .

٤ – الكباري المعدنية Metallic Bridges منفذة في كوبري الملك الصالح وكوبري الفردوس والعباسية .

٥ – الكباري المعلقة Suspended Bridges مثل كوبري مبارك علي قناة السويس و كوبري ٦ أكتوبر .

أولا : نظام العربات المتحركة Cantilever Carriage System .

يصلح هذا النظام في الكباري علي المجاري المائية حيث لا يتطلب العمل أية شدات ، كما أنه يمتاز بالبحور الكبيرة مما يقلل في أعمال الأساسات .

وصف عام لطريقة التنفيذ :

١ – ينفذ الجزء الأول (الشريحة رقم صفر) بطول يتراوح بين ١٠ – ١٥ متر فوق أرتكاز الكوبري (البغلة) وتسمي Stump أي الجذع . تكون هذه الشريحة متصلة أتصالا جاسئا بالبغلة أو مثبتة مؤقتا.

٢ – تركب العربات الكابولية علي طرفي الشريحة الأساسية (الجذع) ثم تنفذ الشرائح بالتبادل كما سيرد ذكره . ويعمل الكوبري مثل كابولي مزدوج ويعمل له شد مسبق سابق للأجهاد Pre stressing علي هذا الأساس .

٣ – ترتكز العربة الكابولية علي طرف الشريحة السابقة للشريحة المطلوب تنفيذها

وتثبت من الخلف لحفظ الأتزان وتمتد علي شكل كابولي لتحمل وزن الشريحة الجديدة ، كما يوجد أمتداد أضافي للكابولي يحمل سقالة التشغيل Working Platform – شكل (١) .

وصف العربة الكابولية المتحركة :

العربة الكابولية المتحركة عبارة عن منشأ من الصلب (جمالون) يحمل شدة خرسانية تحمل بدورها شريحة من الخرسانة (بقطاع صندوقي) طولها ٣ – ٥ متر و التي تمثل جزء من الكوبري و ترتكز بدورها عي شريحة الكوبري السابقة – شكل (١) . العربة مزودة بنظام للحركة والأنتقال وكذلك نظام آخر للتثبيت .

المكونات الأساسية العربة :

١ – عدد ٢ جمالون معدني علي الأطراف :

كل جمالون يرتكز علي مجموعة عجلات أمامية [رقم (٤) – شكل (١) ، شكل (٧)]، كما ترتكزان علي مجموعة من العجلات الخلفية (وقت الحركة وأنتقال العربة) أو تثبيتهما من الخلف وقت الصب[رقم (٥) – شكل (١) ، شكل (٥)]. يمتد الجمالونان الي الأمام لحمل شريحة الكوبري الخرسانية والشدات الخاصة بالقطاع الخرساني ، كذلك يحمل الجمالون العلوي الأمامي (المرآة الأمامية – رقم ٢) شكل (١) ، شكل (٥) .

٢ – المرآة الأمامية :

وهو عبارة عن جمالون معدني محمل علي الجمالونين الرئيسيين ، معلق منه شدادات تحمل كل من أرضية الكوبري والكمرات والبلاطة العلوية . يتم ضبط هذه الشدادات للتحكم في عمق قطاع الكوبري و مناسيبه .

٣ – المرآة الخلفية :

وهو عبارة عن جمالون معدني متصل بالجمالونين الرئيسيين الجانبيين فوق مجموعة العجل الأمامي وهو مهم لأتزان العربة في الأتجاه العرضي .

٤ – مجموعة العجلات الأمامية :

هي ٤ عجلات تحت كل جمالون من الجمالونين – شكل (٧) . تتحرك العجلات علي قضبان من الصلب مثبين أعلي بلاطة الكوبري علي فرشات خشبية علي جانبي كل من الكمرات الطولية للكوبري .

في الوضع الثابت ، تكون العربة مرتكزة علي روافع هيدروليكية (كوريكات) حمولة ٢٠٠ طن ، وترتفع هذه الروافع لأعلي في حالة حركة العربة – شكل (٤).

٥ – مجموعة العجلات الخلفية :

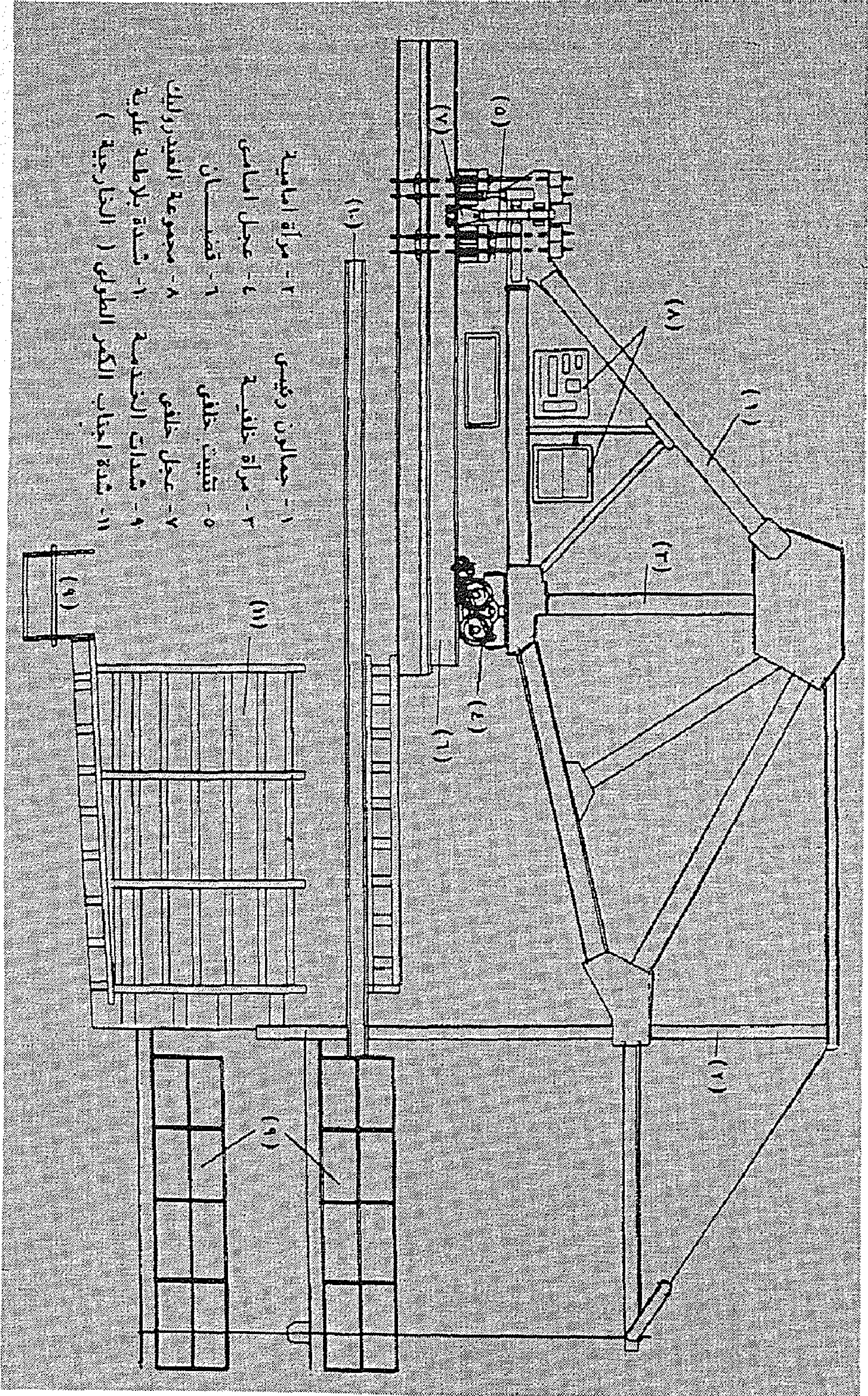
ترتكز مجموعة العجلات الخلفية علي السطح السفلي للشفة العلوية للقضيبين لحفظ أتزان العربة المتحركة أثناء السير – شكل (٥) . أما في الوضع الثابت فيتم التثبيت في الكمرات الطولية حول مجموعة العجلات السفلية بأسياخ شد – شكل (٦) .

٦ – مجموعة الحركة والتشغيل الهيدروليكي :

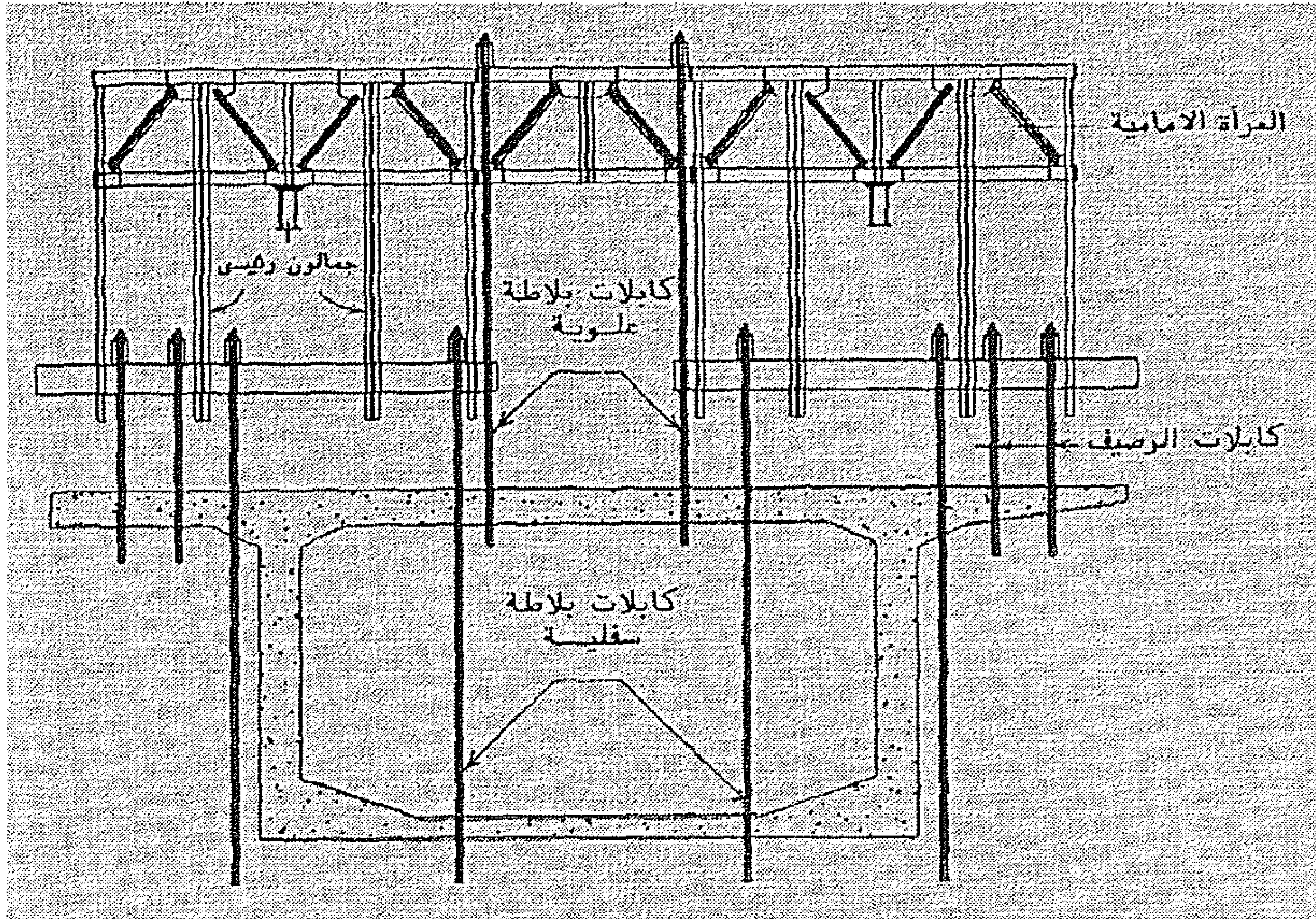
وتتكون من طلمبات الزيت وهي ضواغط هيدروليكية تثبت علي جانبي مجموعة العجلات الأمامية – شكل (٧) . تسير العجلات خطوة خطوة ، كل خطوة مسافة ٥٠ سم .

٧ – القضبان :

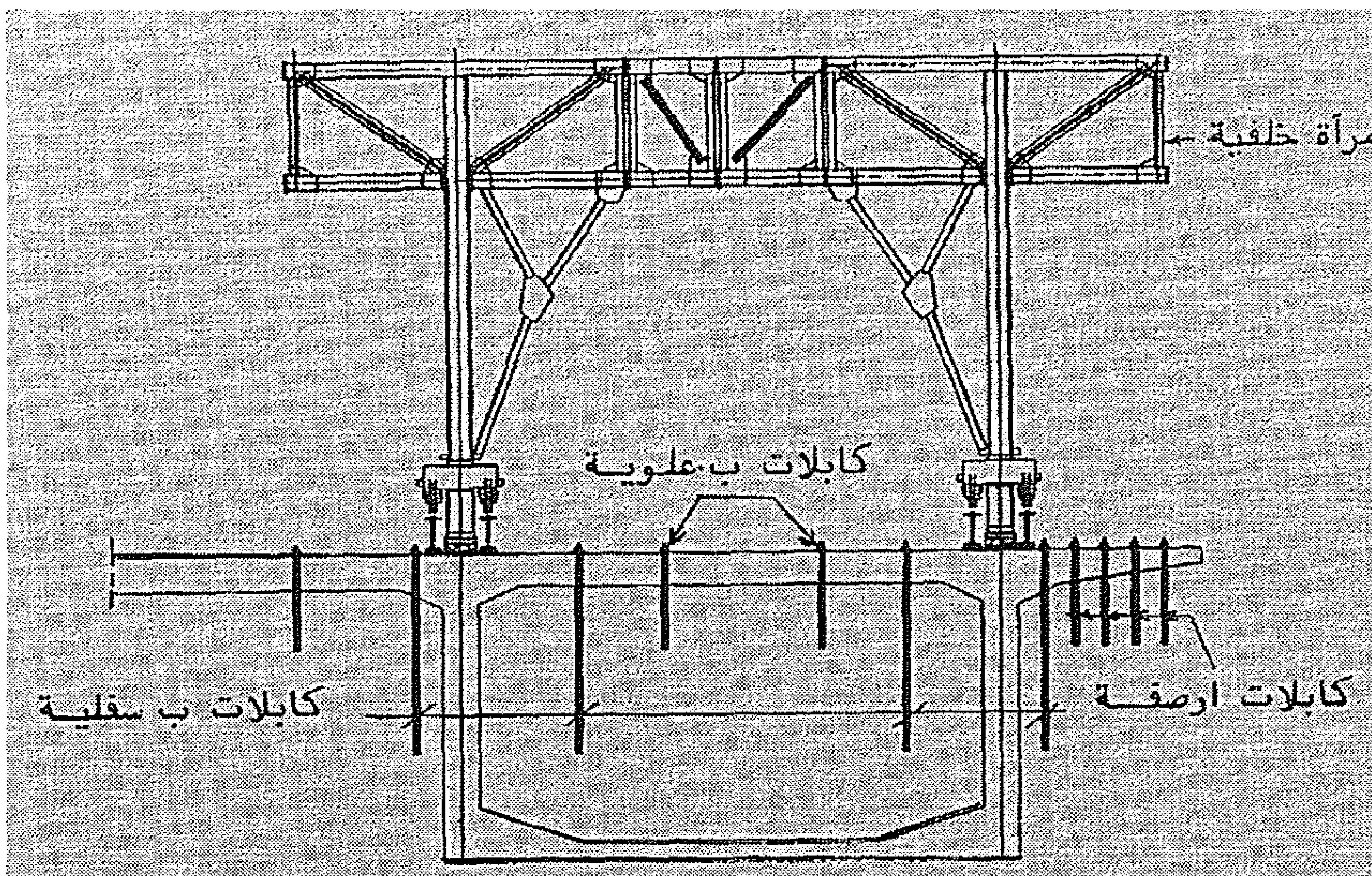
وهما قضيبان طول كل منهما ١٢ مترتحت كل جمالون رئيسي . تتحرك مجموعات العجل الأمامي والخلفي علي هذه القضبان أثناء سير العربة الي الأمام . وهما مثبتان علي علفات خشبية علي جانبي كل من الكمرات الطولية للكوبري.



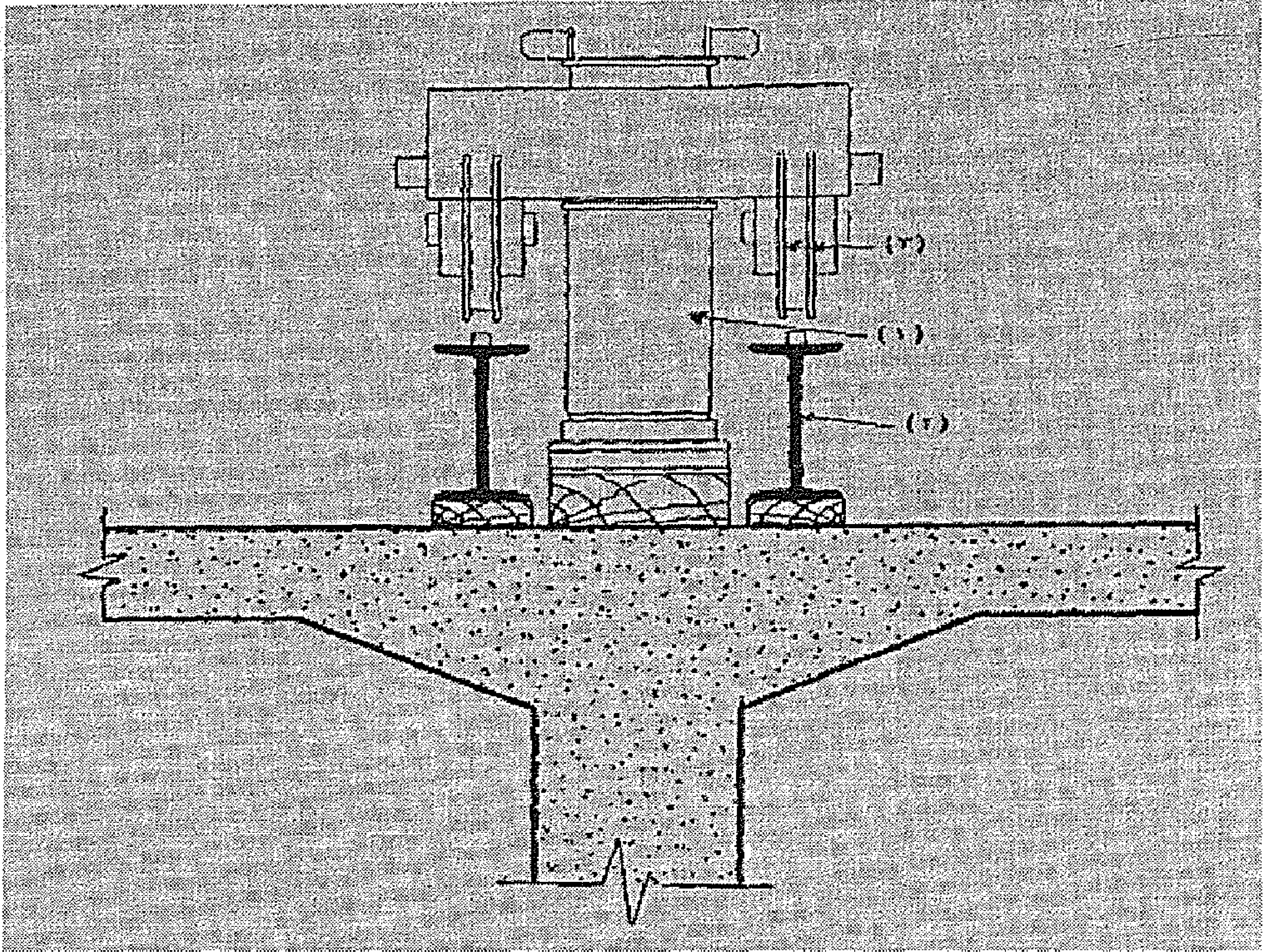
شكل (١) العربة المتحركة



شكل (٢) المرآة الأمامية – Front Transverse Girder

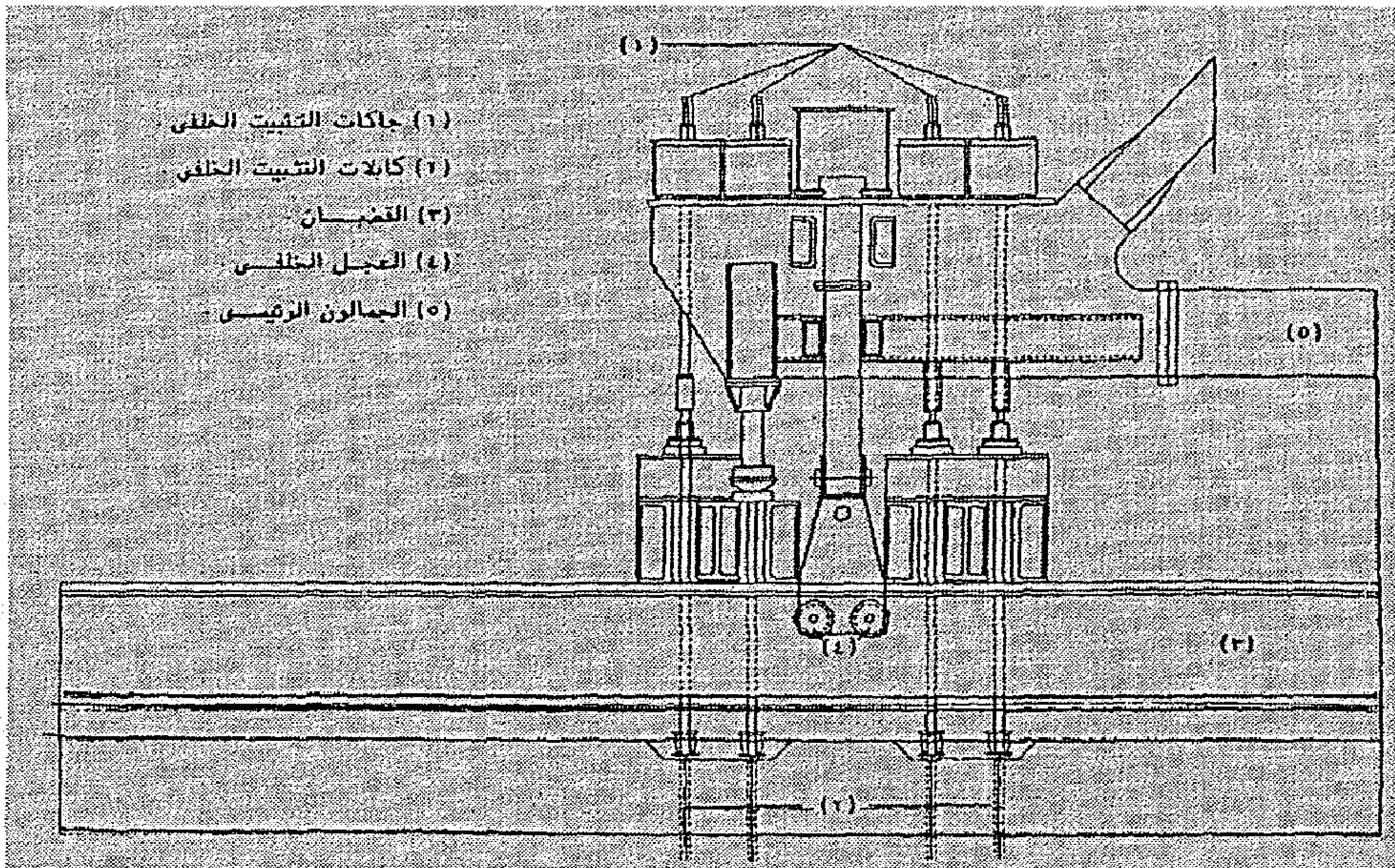


شكل (٣) المرآة الخلفية – Rear Transverse Girder



(١) كوريك ٢٠٠ طن　　(٢) القضبان　　(٣) العجل الأمامي

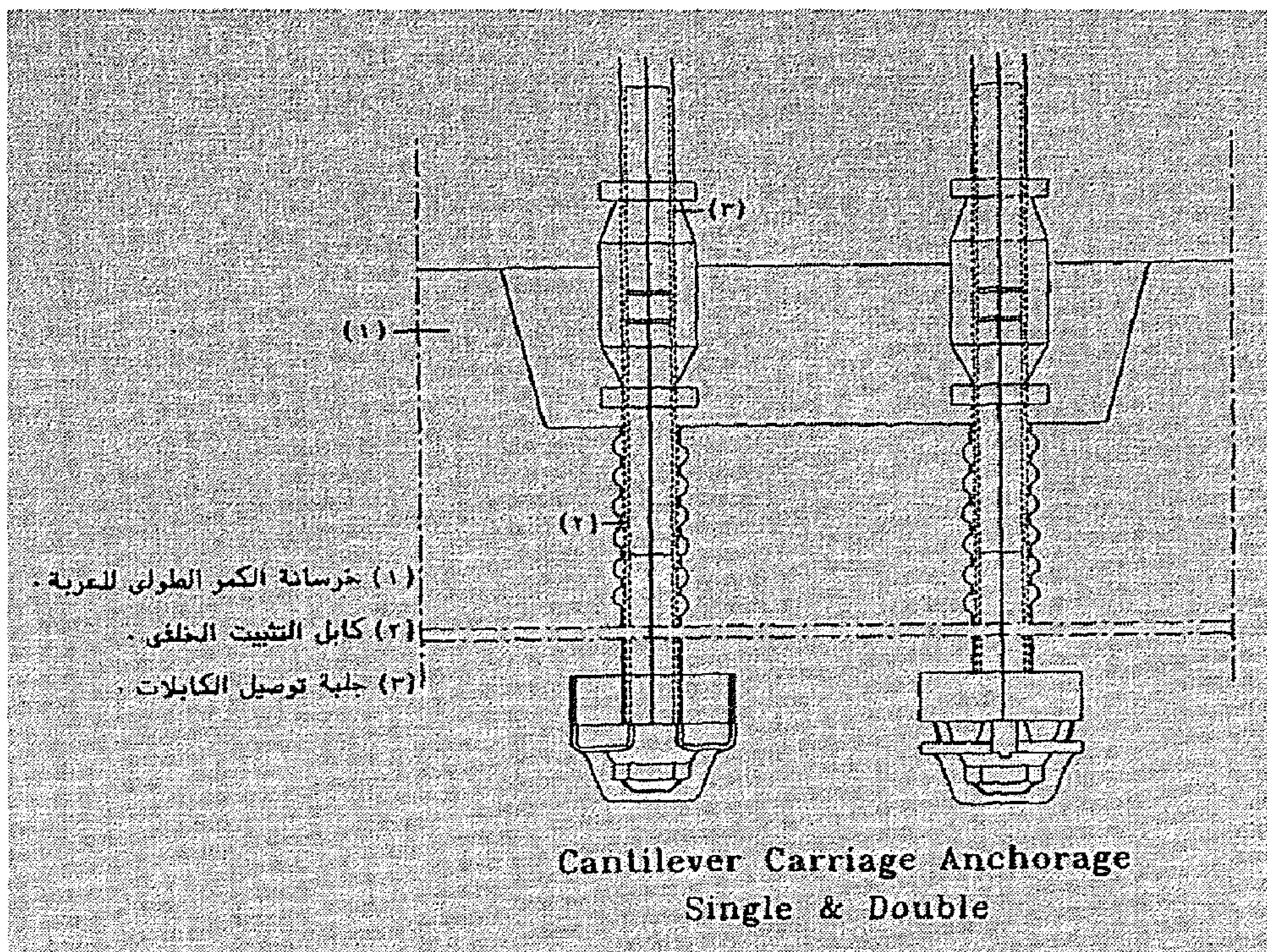
شكل (٤) الكوريك (بين عجلات الجمالون الرئيسي)



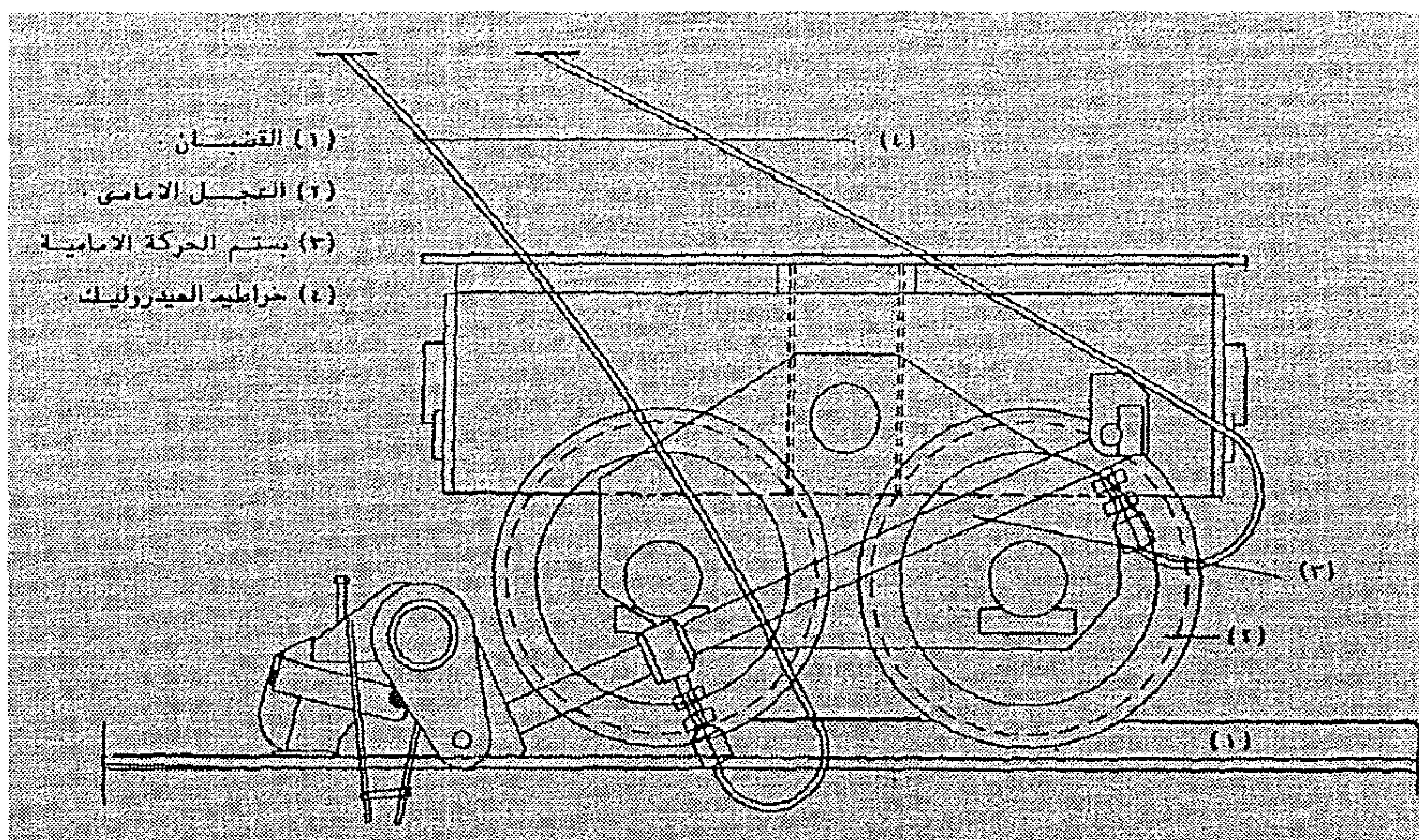
(١) كواريك التثبيت الخلفي . (٢) كابلات التثبيت الخلفي . (٣) القضبان .

(٤) العجل الخلفي . (٥) الجمالون الرئيسي

شكل (٥) العجل الخلفي



شكل (٦) التثبيت الخلفي للعربة المتحركة



شكل (٧) تفاصيل العجلات الأمامية

الشدات الخرسانية المسلحة لقطاع الكوبري :

تتكون الشدات المساحة من :

١ – الشدات للبلاطة السفلية من القطاع الصندوقي الخرساني للكوبري – شكل(٨).
٢ – شدات الجوانب للقطاع الخرساني للكوبري – شكل (٩) .
٣ – شدة البلاطة العلوية للقطاع الصندوقي للكوبري – شكل (١٠) .
٤ – شدة الكوابيل الخرسانية الجانية (الأرصفة) – شكل (١١) .
٥ – شدات الأركان : وهي مكونة من ألواح صلب مقواة بزوايا صلب مرتكزة علي كل من شدات الجوانب والبلاطة العلوية والبلاطة الكابولية . يتم تبيت هذه الشدات من الخلف بالخرسانات .

هذه الشدات مزيج من قطاعات من كمرات صلب مع أخشاب نجارة تكون الشدة اللازمة .

خطوات تحريك وضبط الحركة :

بعد الأنتهاء من تركيب العربات علي جانبي الجذعStump يتم عمل الخطوات التالية :

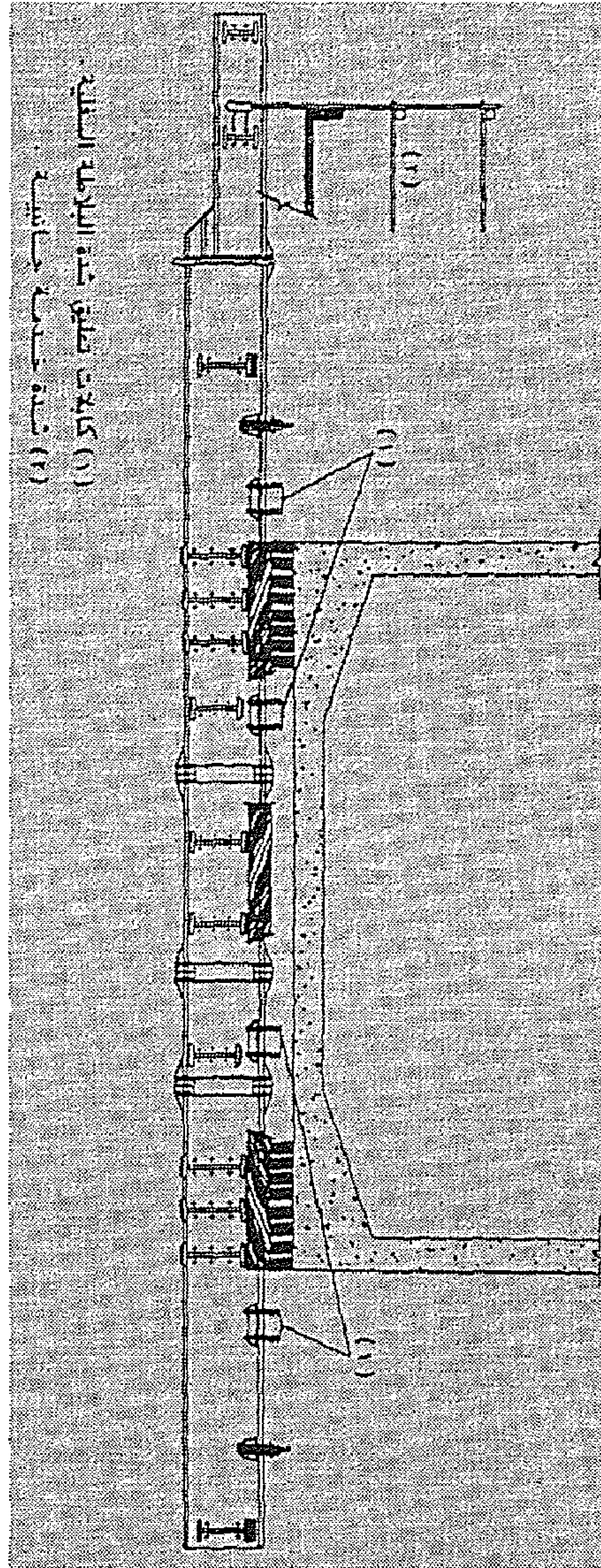
١ – تحديد المحور مساحيا مع ضبط المناسيب .
٢ – العربة في وضع الثبات ومحملة علي الكواريك وأن عجلات العربة حرة و مرفوعة عن القضيب .
٣ – يتم تحريك القضبان علي الخرسانة بواسطة أذرع الحركة هيدروليكيا (مشوار الحركة = ٥٠ سم) – تكون المسافة اللازمة للحركة = ٥ أمتار ، لذلك يتم تحريك القضبان ١٠ مشلوير .
٤ – يتم تشغيل الكواريك (٢٠٠ طن) الموجودة بين القضيبين بواسطة طلمبات هيدروليكية خاصة – شكل (٤) .
٥ – تهبيط جميع الشدات السابقة وفك كابلات التثبيت بها من الشريحة السابقة الي الشريحة الجديدة .

٦ – تضبط القضبان بعد تحريكها في الأماكن الجديدة . تتحرك الجمالونات علي القضبان مسافة ٥ أمتار .

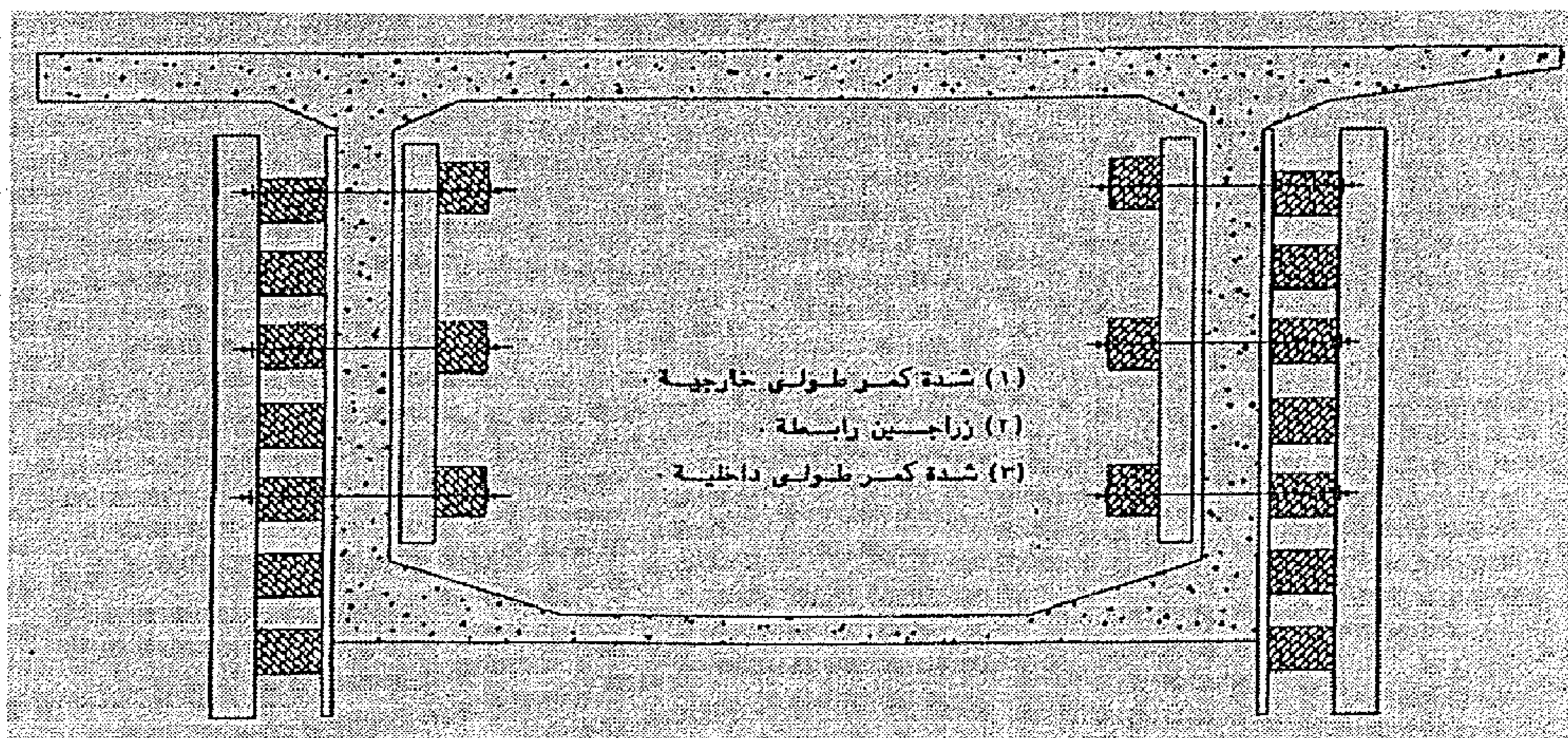
٧ – بعد الأنتهاء من عملية التحريك و الضبط النهائي للعربة ، تضبط الشدات كل علي حدة ويتم تثبيتها بالكابلات والشدادات حسب المناسيب .

٨ – يركب حديد التسليح والكابلات السابقة للأجهاد .

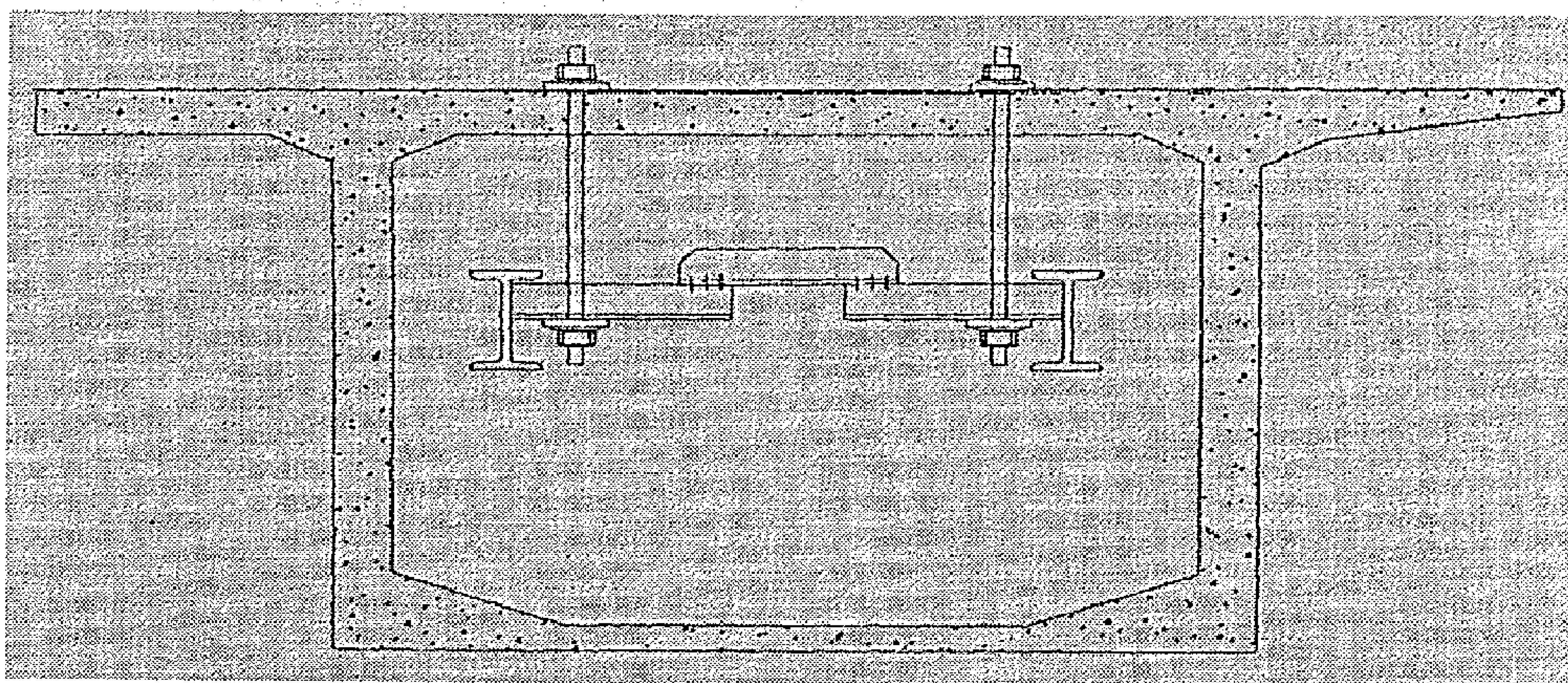
٩ – صب الخرسانات مع العناية الفائقة بصناعة الخرسانة .

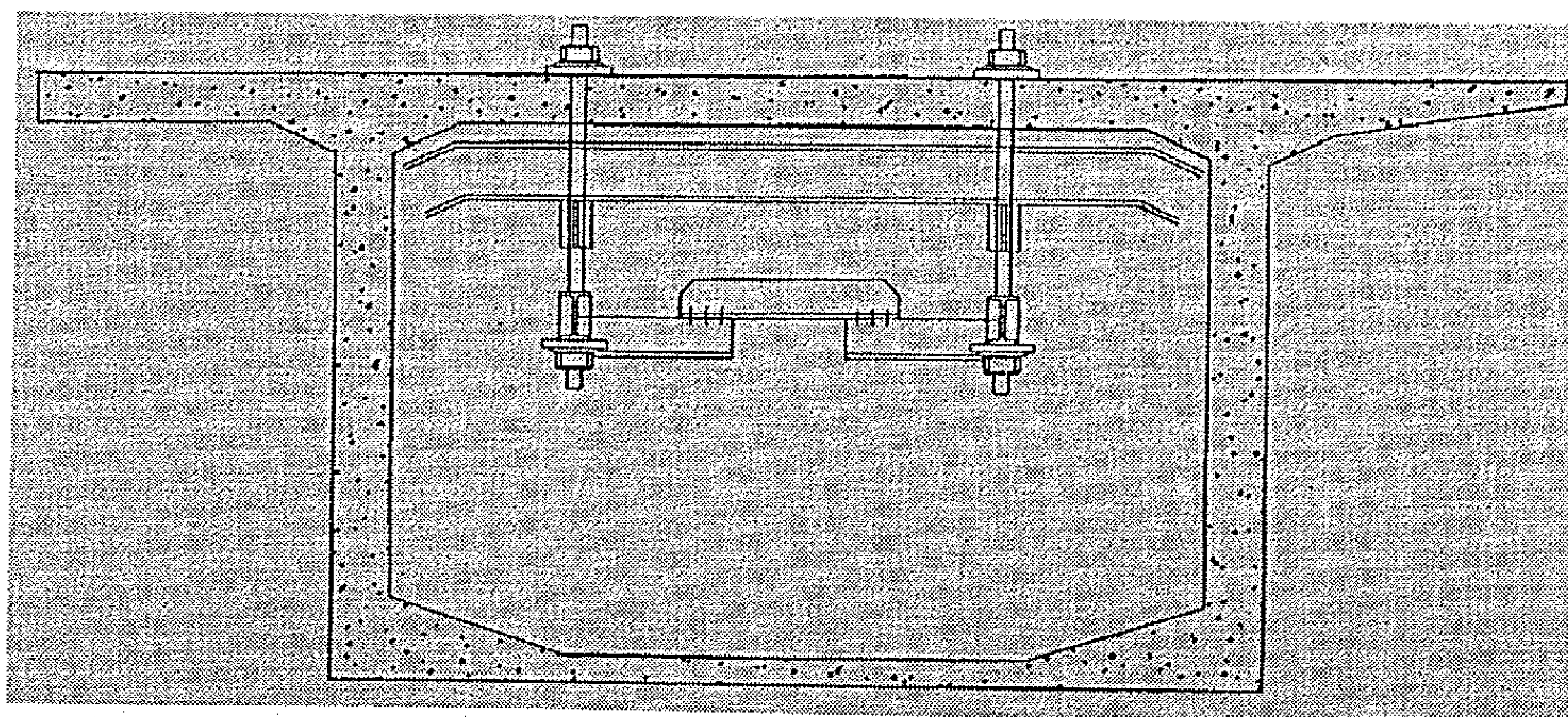


شكل (٨) تفاصيل شدة البلاطة السفلية للقطاع الخرساني

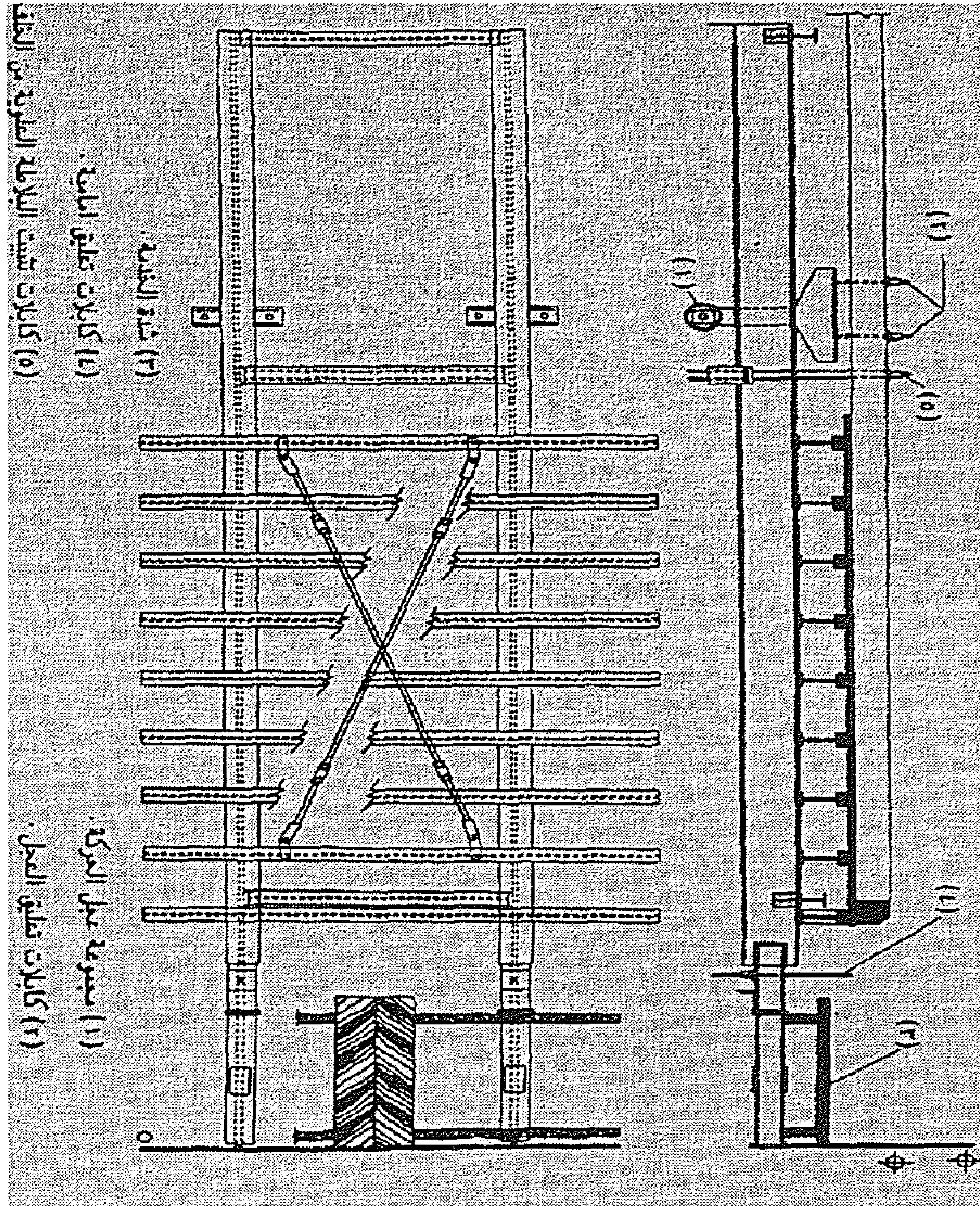


شكل (٩) شدات جوانب القطاع الخرساني للكوبري

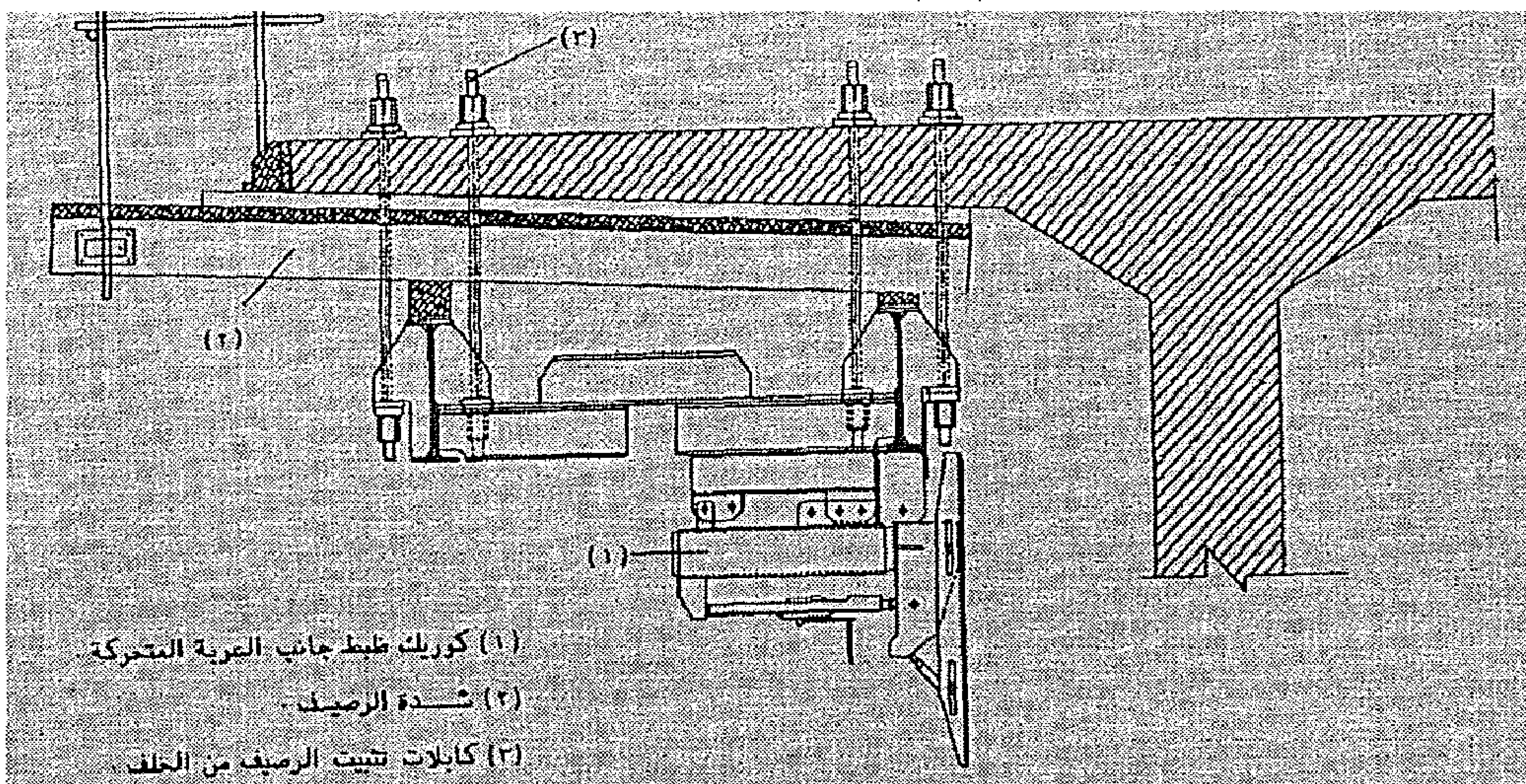




شكل (١٠) شدات السقف



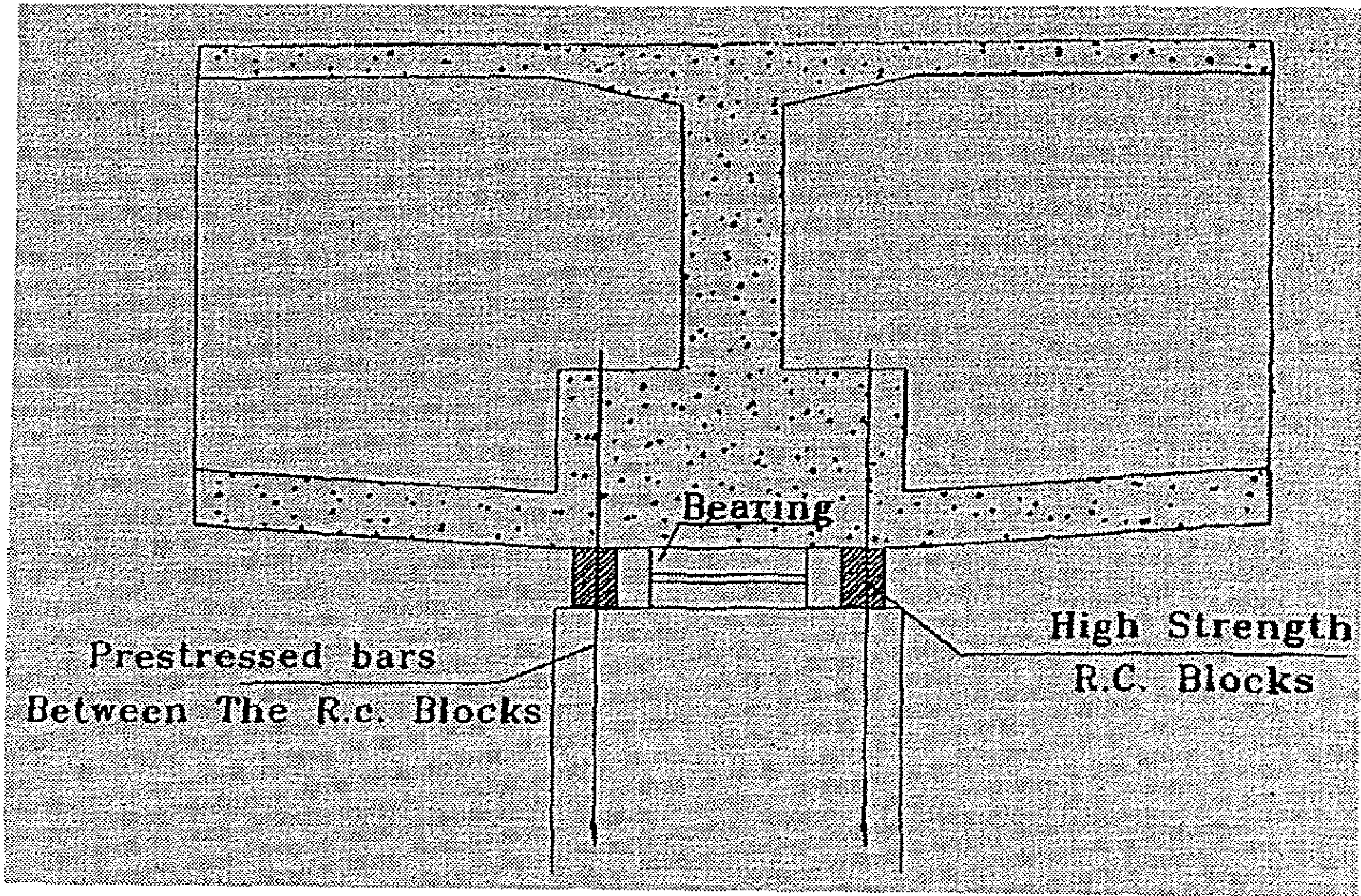
شكل (١٠) تفاصيل شدة البلاطة العلوية



شكل (١١) شدة الأرصفة

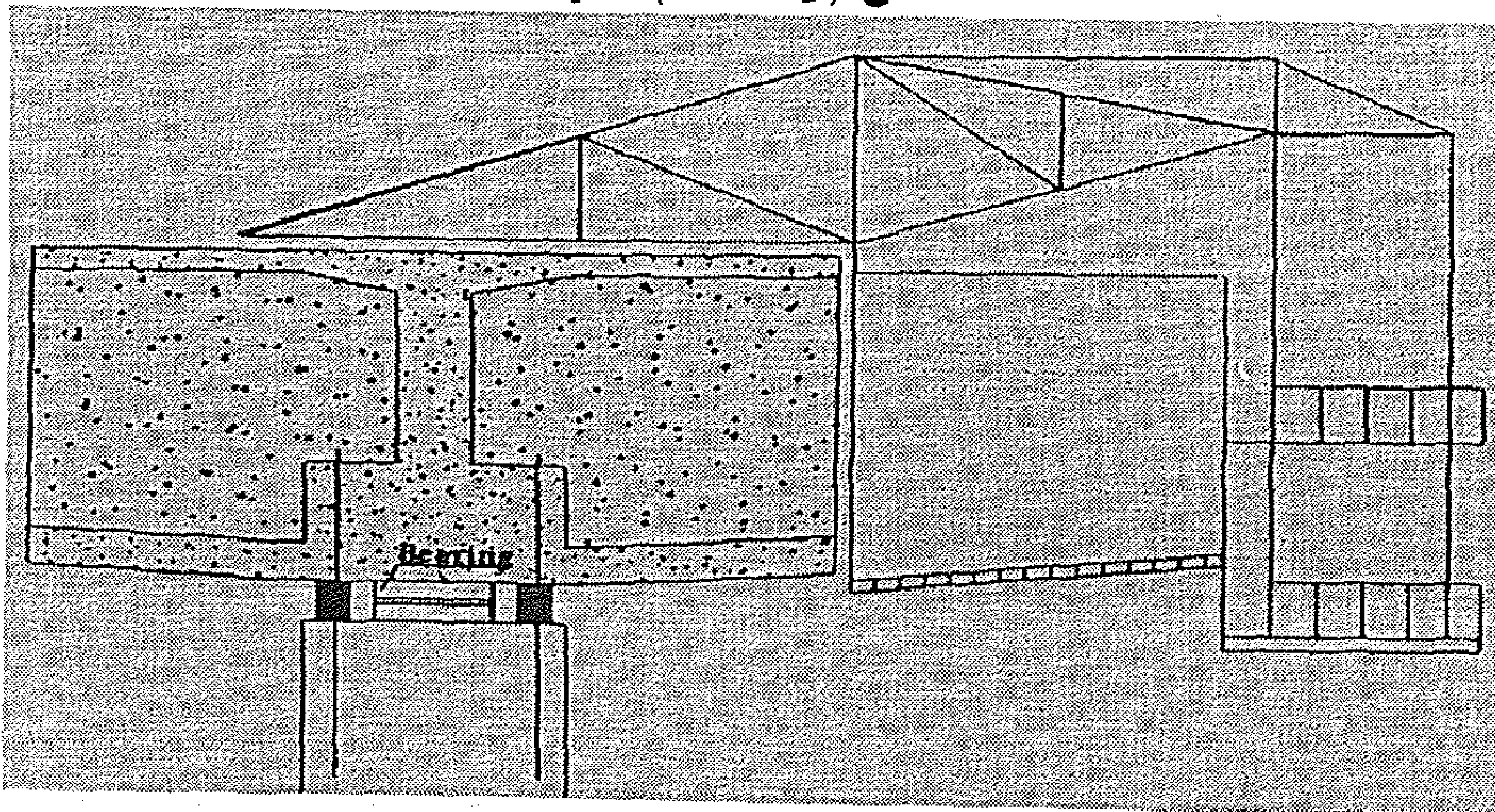
طريقة العمل :

أن النظام الأنشائي لهذا النوع من الكباري يكون بتنفيذ الجذع أولا فوق الأرتكاز ويكون مثبتا في الأرتكاز أما تثبيتا مؤقتا أو تثبيتا دائما . وفي الحالتين تصمم الأساسات و الأرتكاز لتحمل فروق عزوم الأنحناء الناتجة عن وزن الشريحة الزائدة علي جانبي الأرتكاز أثناء التنفيذ – خطوات العمل شكل (١٢).

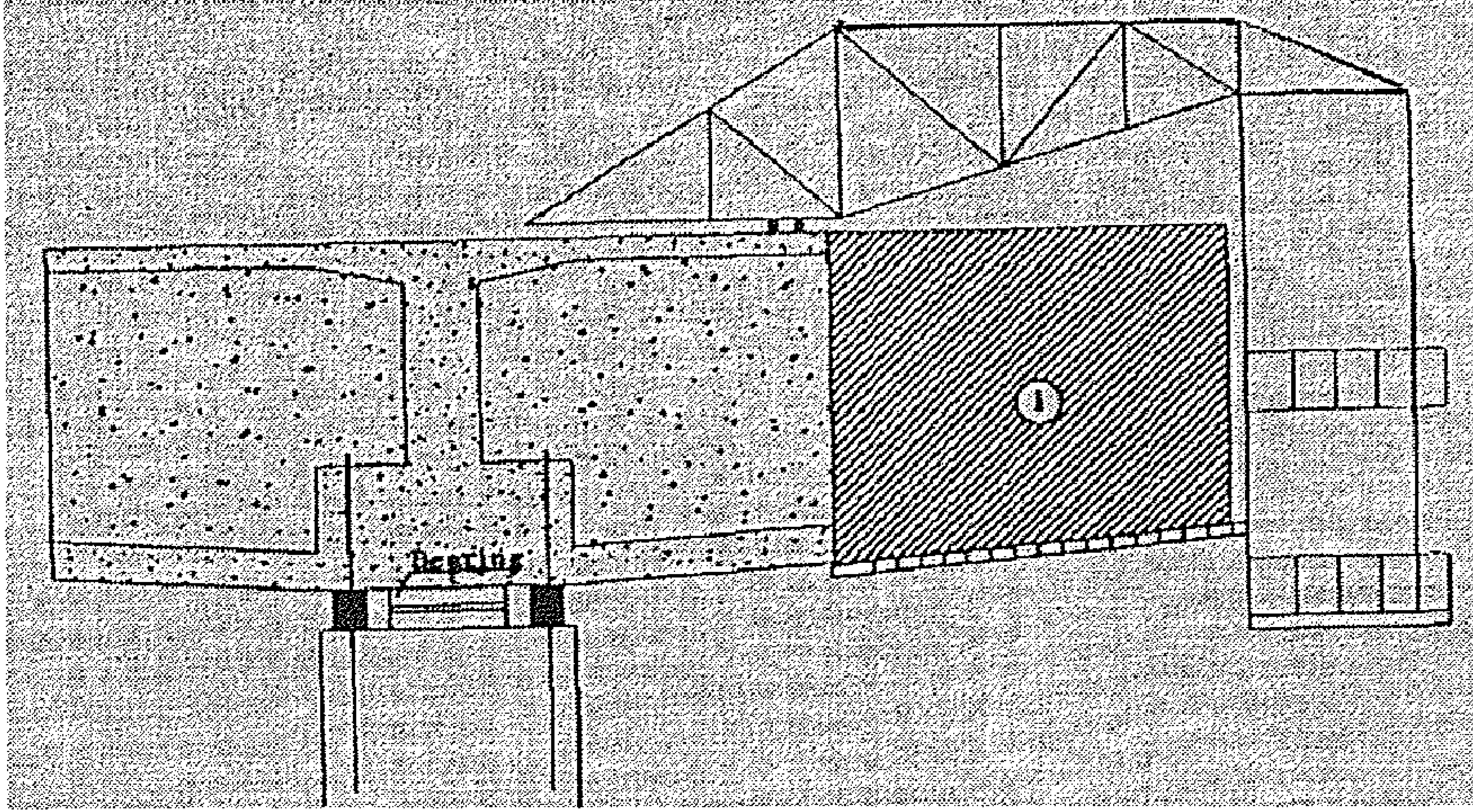


شكل (١٢)

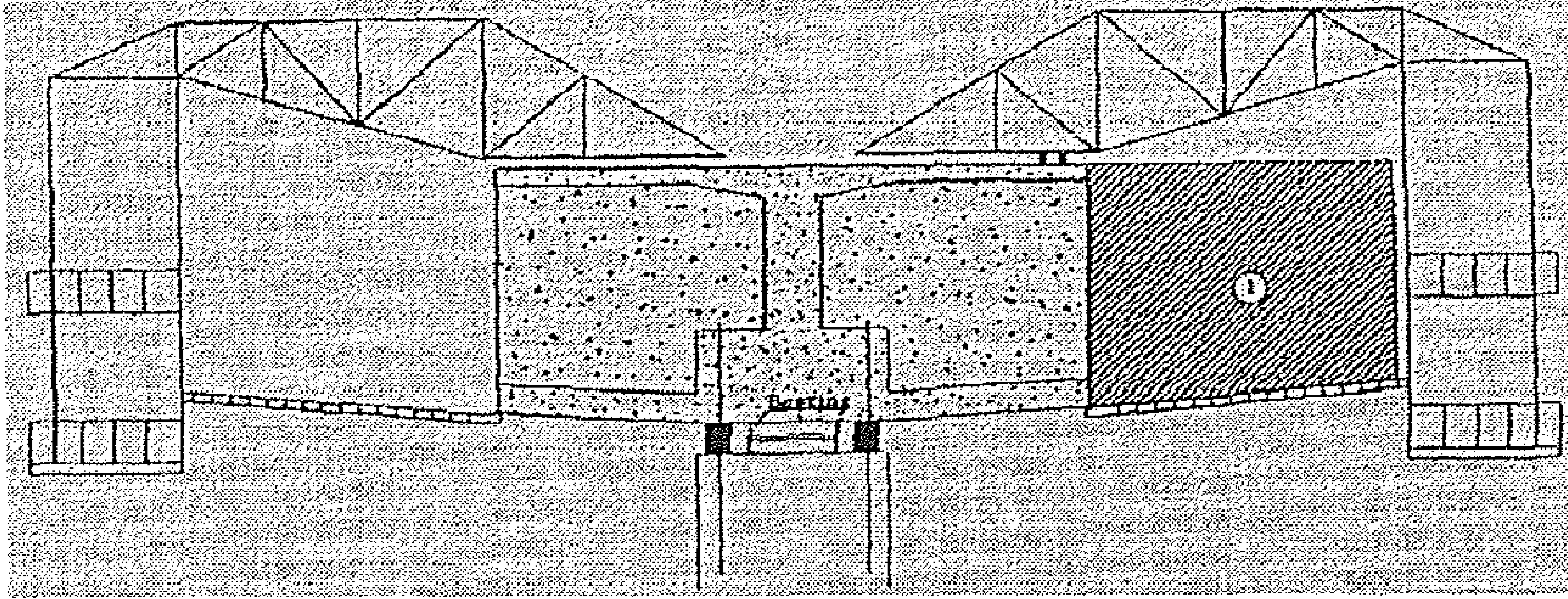
١ – تنفيذ الجذع (Stump) علي شدات ثابتة



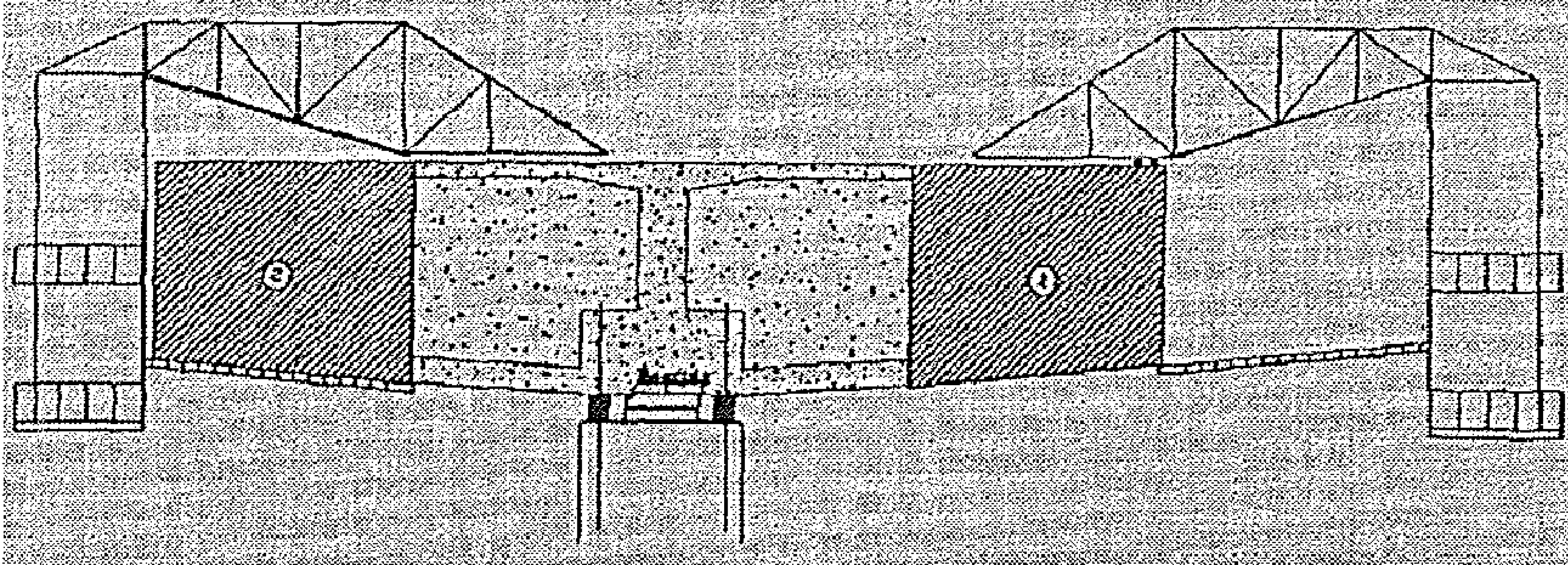
٢ – تركيب العربة الكابولية الأولي



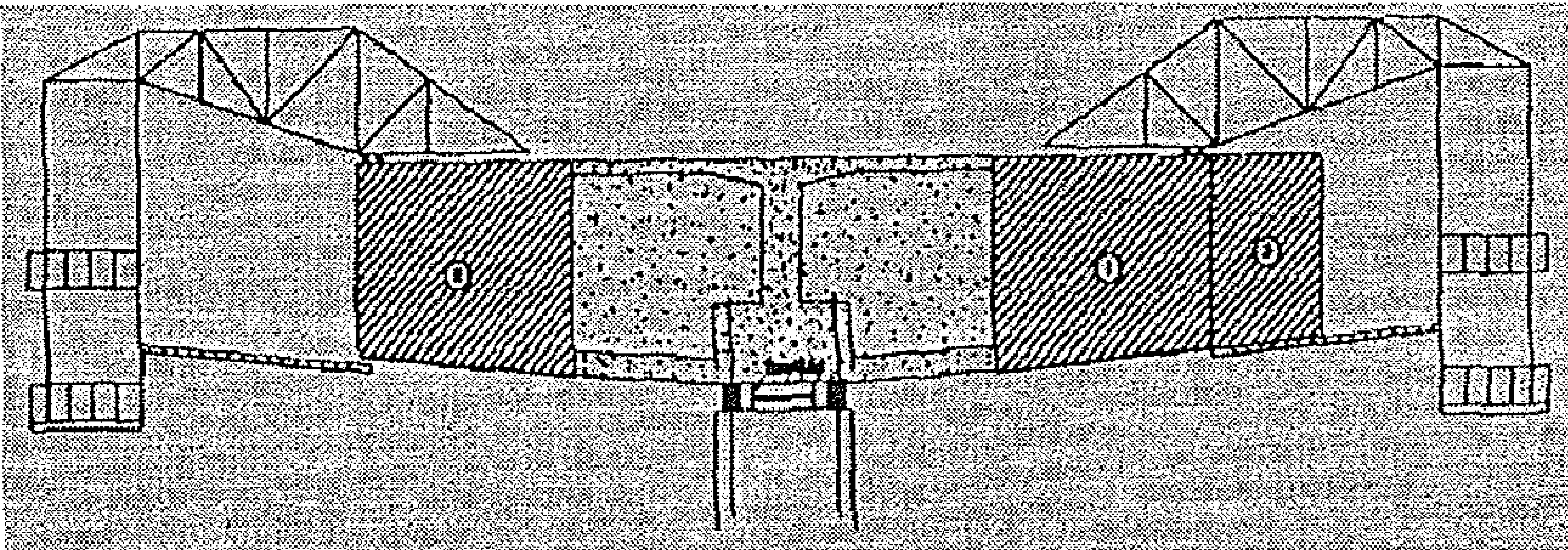
٣ - صب الشريحة الأولي



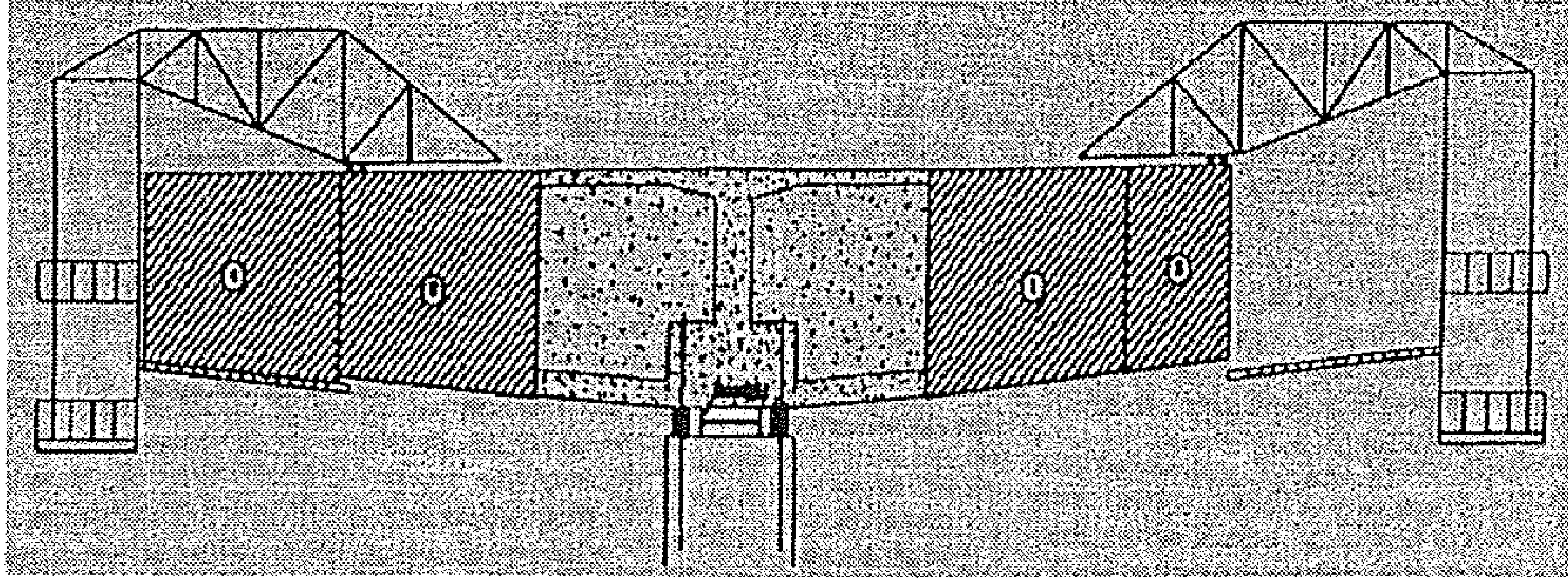
٤ - صب الشريحة الأولي - تركيب العربة الثانية ثم شد الشريحة الثانية



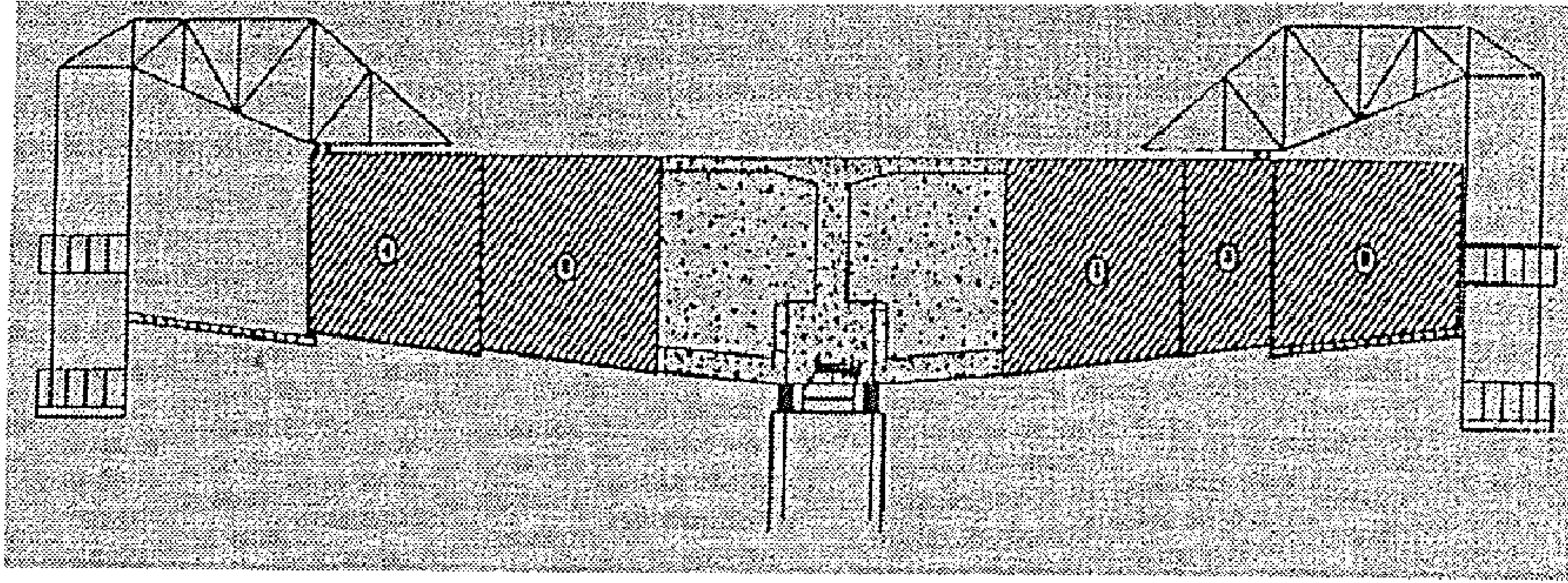
٥ - صب الشريحة رقم ٢ - شد كابلات الشريحة رقم ١



٦ - صب الشريحة رقم ٣ - شد الكابلات في الشريحة رقم ٢ - تحريك العربة للشريحة رقم ٤



٧ - صب الشريحة رقم ٤ - شد الكابلات في الشريحة رقم ٣ - تحريك العربة الي الشريحة رقم ٥



٨ - صب الشريحة رقم ٥ شد الكابلات في الشريحة رقم ٤ - تحريك العربة الي الشريحة رقم ٦

شكل (١٢) خطوات تنفيذ العربة المتحركة

ملاحظة :

١ - عند وصول الشرائح الخرسانية لباكيات الكوبري المتقابلة ، تبقي شريحة واحدة لأتصال باكيات الكوبري (الشريحة الرابطة) ، تنفذ كما يلي :

تزال أحدي العربات من أي باكية بينما تزال شدة التشغيل من العربة الأخري ، تتحرك العربة لتوصل جزئيي الكوبري . أذا تبين وجود فروق في المناسيب ، يضبط المنسوب إما بواسطة روافع هيدروليكية بشد الجزء المرتفع الي أسفل أو شد الجزء المنخفض الي أعلي بوضع كتل خرسانية بأوزان محسوبة وفي أماكن تصميمية محسوبة ليتساوي الطرفين معا أو بواسطة الطريقتين معا .

٢ - عدم شد الكابلات سابقة الأجهاد ألا بعد وصول الخرسانة الي المقاومة التصميمة .

٣ - يتم رصد المناسيب عند الحد الخارجي للشريحة مي كل من المراحل التالية :

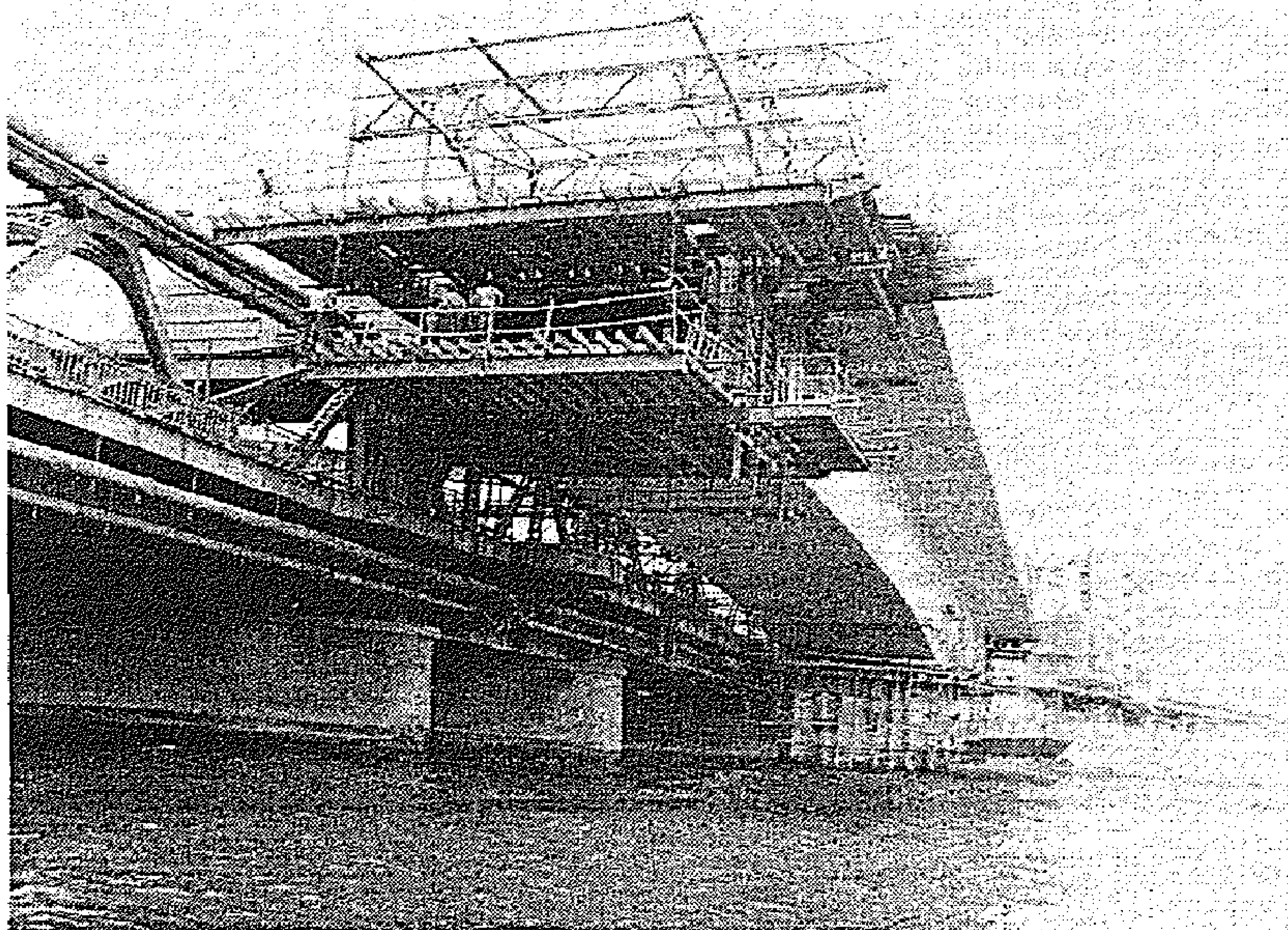
- قبل صب الخرسانة مباشرة .
- بعد تصلد الخرسانة .
- بعد شد الكابلات

مع موافاة المكتب الأستشاري بهذه المناسيب أولا بأول لأدخال أي تعديلات أثناء تنفيذ الشرائح التالية .

معدلات التنفيذ :

تحريك العربة مع ضبط المناسيب	يوم واحد .
رص حديد التسليح وضبط مواقع الكابلات	يومان .
صب الخرسانات	يوم واحد .
معالجة الخرسانة – تحريك العربة للشريحة المقابلة	ثلاثة أيام .
شد الكابلات السابقة للأجهاد	يوم واحد .
قياس المناسيب وصب الشريحة المقابلة	يوم واحد .

يكون معدل التنفيذ في هذه الحالة = ١ متر طولي من الكوبري يوميا تقريبا .



شكل (١٢) أحد الكباري علي نهر النيل – كوبري أبو العلا (منفذ بطريقة العربات المتحركة والي جواره الكوبري المعدني القديم)

ثانيا : نظام دفع الهيكل العلوي Deck pushing system .

تنفذ الأساسات كاملة ثم الأعمدة الحاملة للكوبري .

مراحل التنفيذ :

أولا : المرحلة الأولي :

أعداد منطقة التصنيع .

تركيب الشدات لباكية واحدة .

تسليح البلاطة السفلية– عمل الشدات والفرم اللازمة للقطاع الخرساني–الصب .

تسليح البلاطة العلوية– عمل الشدات والفرم اللازمة للقطاع الخرساني– الصب

تهبيط الشدة .

شد الكابلات سابقة الأجهاد للقطاع بالكامل .

ثانيا : المرحلة الثانية :

سحب القطاع رقم ١ & ٢ .

٢ – تخصص منطقة لتصنيع وصب باكيات الكوبري وتكون عند بداية الكوبري .
بعد صب القطاع وشد الكابلات السابقة للأجهاد ، يتم تخفيض الشدة بواسطة الكواريك الهيدروليكية الموجودة علي جوانب الشدة – شكل (١١) . يكون القطاع مرتكزا علي ألواح خشبية متحركة علي شحم فوق ألواح خشبية مثبتة علي كمرتين من الخرسانة .

٣ – يبدأ دفع الكوبري علي الأرتكازات الصلب المغطاة بألواح التفلون سمك ١٣ مم و الشحم لتسهيل الدفع وتقليل الأحتكاك و تقليل القوة الأفقية علي الأعمدة وذلك بواسطة كواريك الدفع الرئيسية – شكل (١٢)

٤ – يقوم عدد ٢ كوريك رفع قدرة الواحد ٥٠٠ طن وأقصي رفع مسموح به للمنشأ هو ٥ مم .

٥ – عدد ٤ كوريك دفع قوة الواحد ١٠٠ طن – مسافة الدفع = ٢٥ سم للمشوار الواحد .

٦ – تتم عملية الدفع بأن يتم رفع الكوبري ٥ مم ثم دفعه للأمام ٢٥ سم ثم يتم تخفيض كوريك الرفع ويعود الي الخلف ٢٥ سم ليبدأ الحركة من جديد . تستغرق هذه الدورة ٧٥ ثانية . يستغرق دفع ٢/١ الباكية بطول ١٢,٥ متر ساعتين فقط.

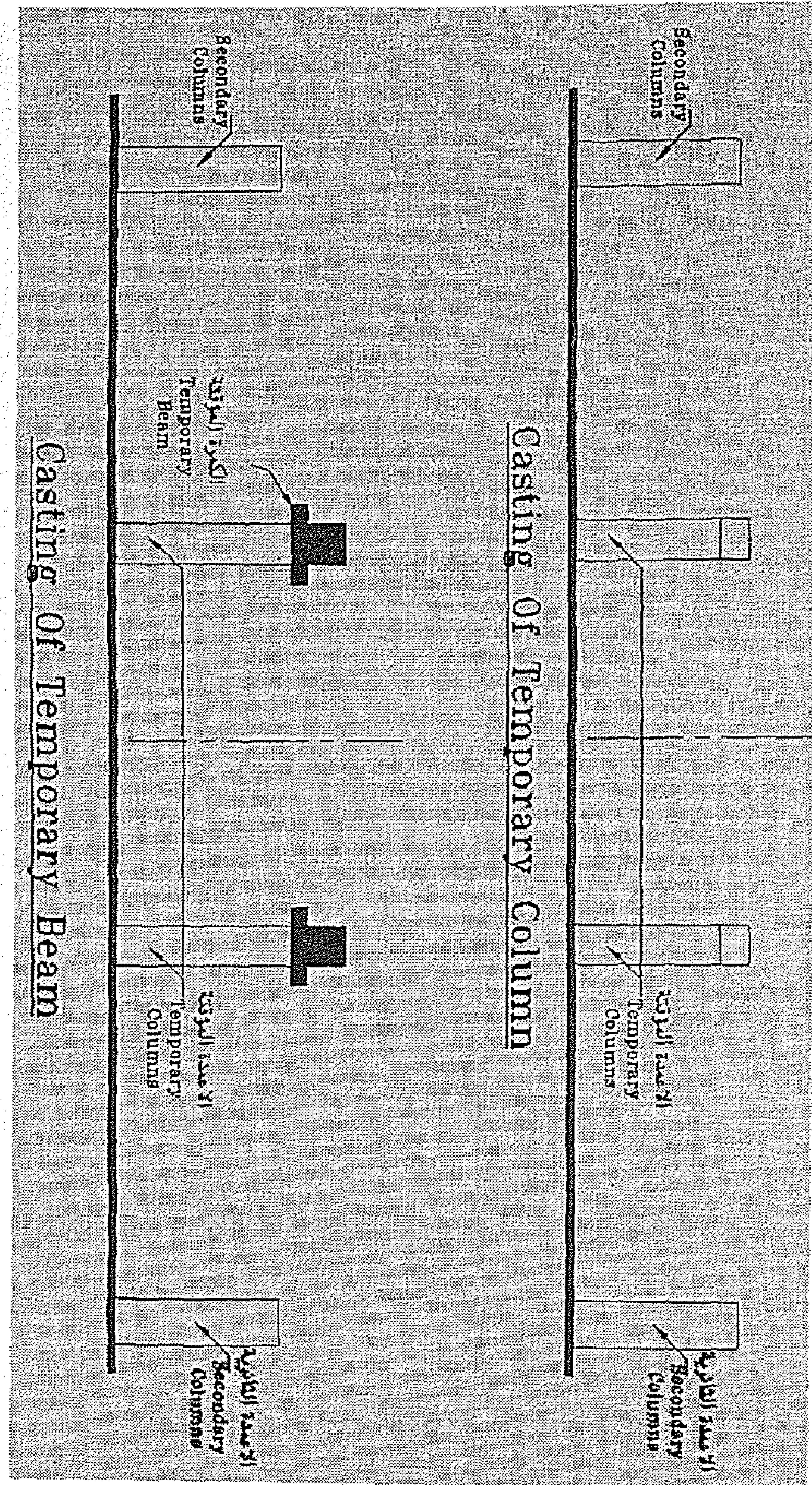
٧ – يتقدم أول الكوبري كمرة معدنية بطول ١٧ متر Steel nose والتي تساعد في تقليل طول الكابولي الخرساني للكوبري أثناء الدفع – شكل (٢٢) .

منطقة التصنيع :

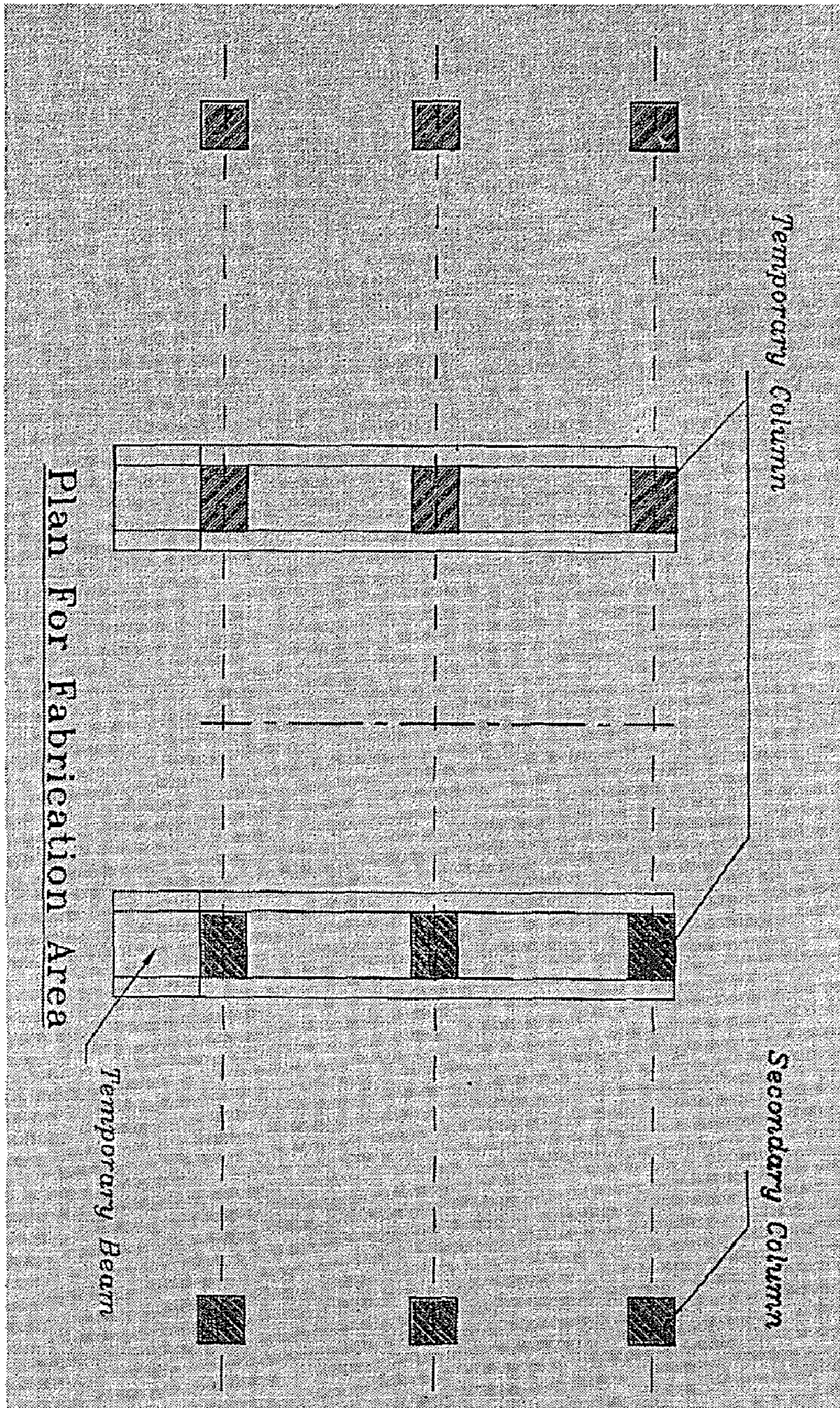
١ – صب الأعمدة المؤقتة لتحميل جسم الكوبري ، كذلك الأعمدة الثانوية لتحميل الكابولي عليها – شكل (١٣) .

٢ – صب الكمرات المؤقتة فوق الأعمدة المؤقتة – شكل (١٣) ، شكل (١٤) .

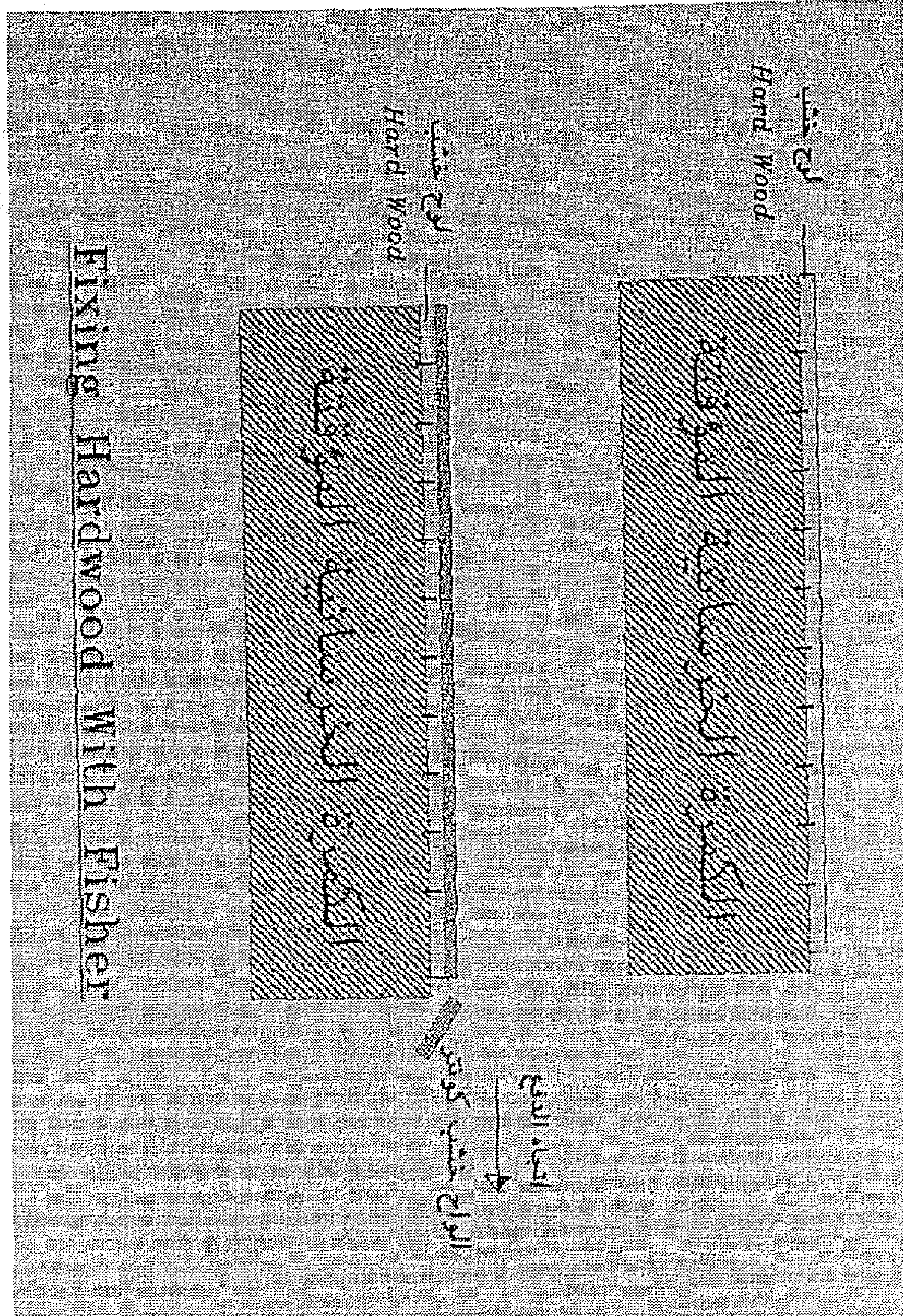
٣ – تثبيت ألواح خشبية Hard Wood بواسطة مسامير فيشر – يوضع عليها خشب الكونتر أثناء الدفع – شكل (١٥) .



شكل (١٣) أنشاء الأعمدة والكمرات المؤقتة



شكل (١٤) مسقط أفقي لمنطقة التصنيع



شكل (١٥) تثبيت ألواح خشبية Hard Wood بواسطة مسامير فيشر – يوضع عليها خشب الكونتر أثناء الدفع

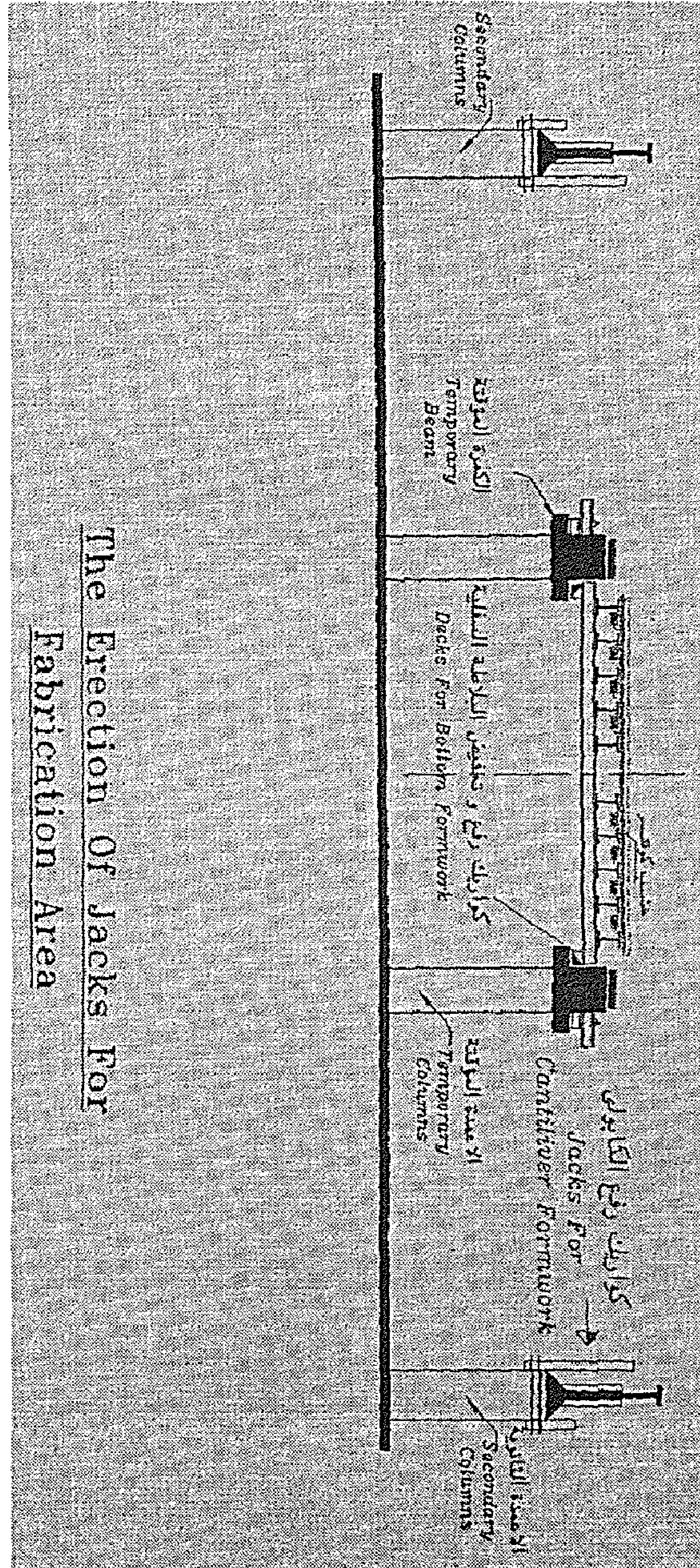
تركيب الشدات :

١ – تركيب شدة البلاطة السفلية :

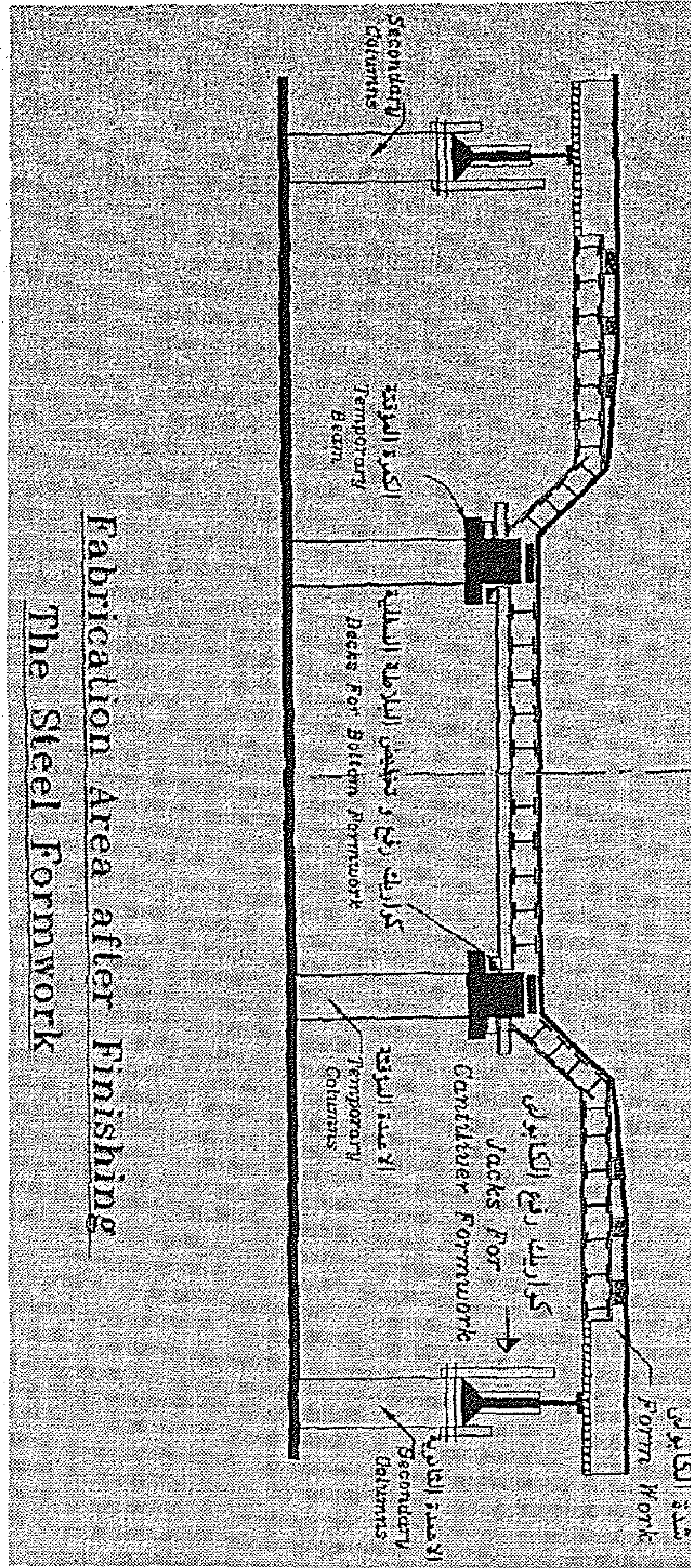
تركب الشدة السفلية للجزء الأوسط ، وهي عبارة عن شدة حديدية مرتكزة علي كواريك هيدرليكية بغرض رفع الشدة أو تخفيضها . كما يتم تثبيت قطاعات خشبية فوق الشدة الحديدية ثم توضع ألواح الكونتر عليها – شكل (١٦) .

٢ - شدة الجانب الخارجي والكابولي :

يتم تركيب كواريك أخري فوق الأعمدة الثانوية مع تثبيت الكمرات الحديدية فوق الكمرات المؤقتة ومن الناحية الأخري فوق الأعمدة الثانوية و تستكمل الشدة بوضع الأخشاب والكونتر - شكل (١٧) .



شكل (١٦) شدة البلاطة السفلية



شكل (١٧) شدة الجانب الخارجي والكابولي

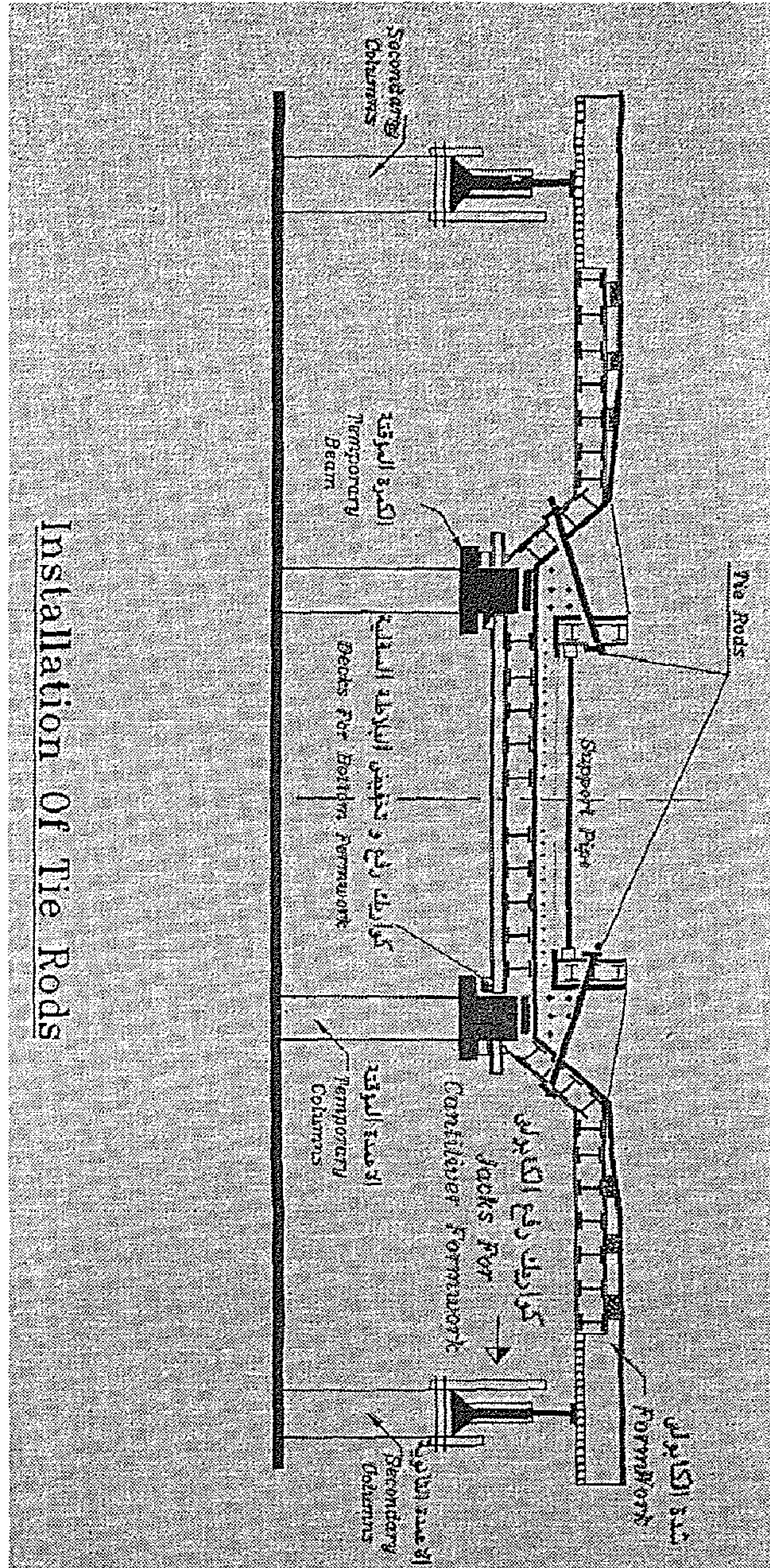
تسليح البلاطة السفلية – عمل الشدات والفرم اللازمة – الصب :

١ – يوضع حديد التسليح والكابلات الطولية (سابقة الأجهاد) .

٢ – تعمل شدة الكمرات الداخلية ويتم ربطها بزراجين ، كذلك تركيب الشداد الساند للشدة – شكل (١٨).

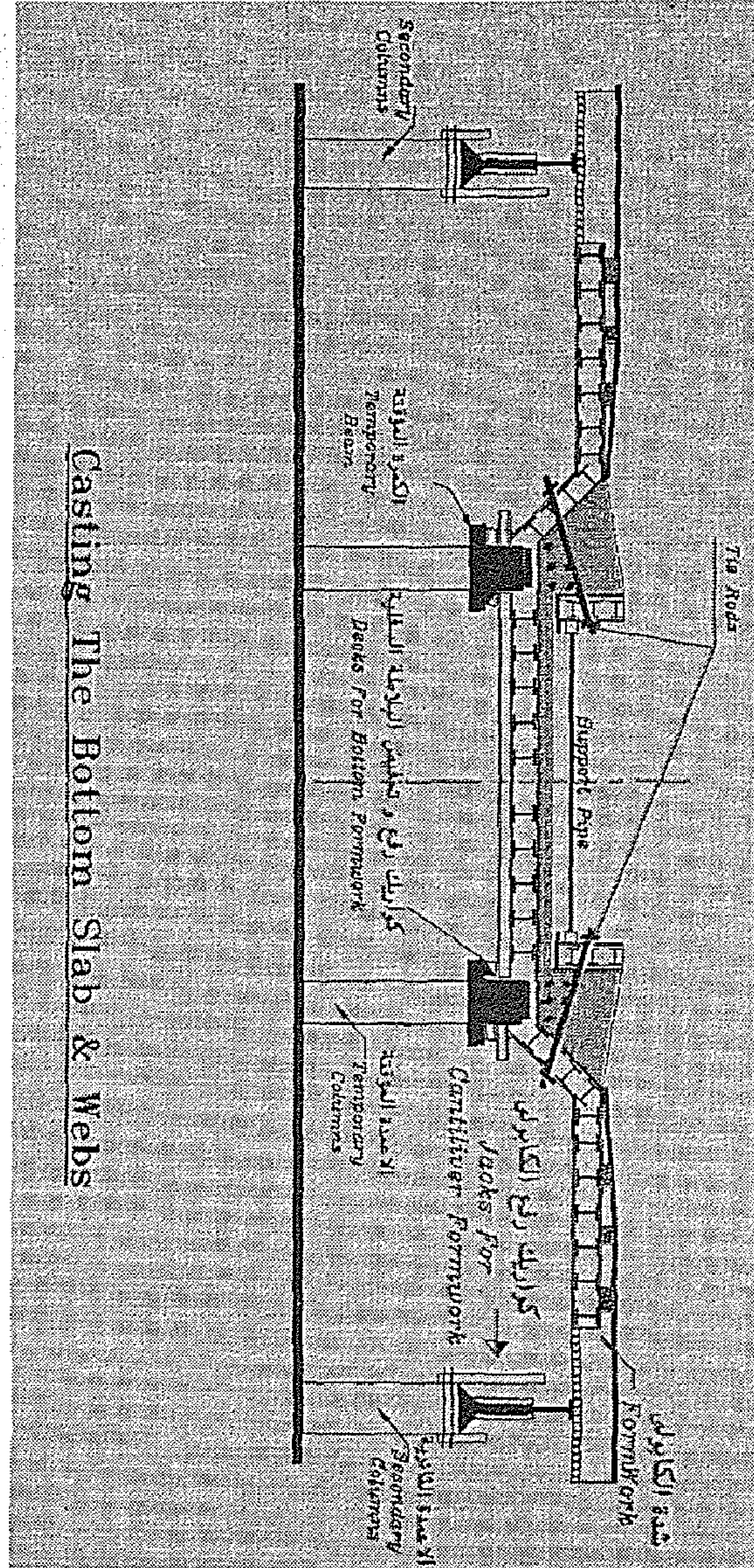
٣ - يتم صب البلاطة السفلية والكمرات - شكل (١٩) .

٤ - ترفع جوانب الكمرات بعد الصب بحوالي ١٠ ساعات.



شكل (١٨)

عمل التسليح اللازم و الشدات - تركيب الشدادات الساندة الجوانب العلوية للقطاع



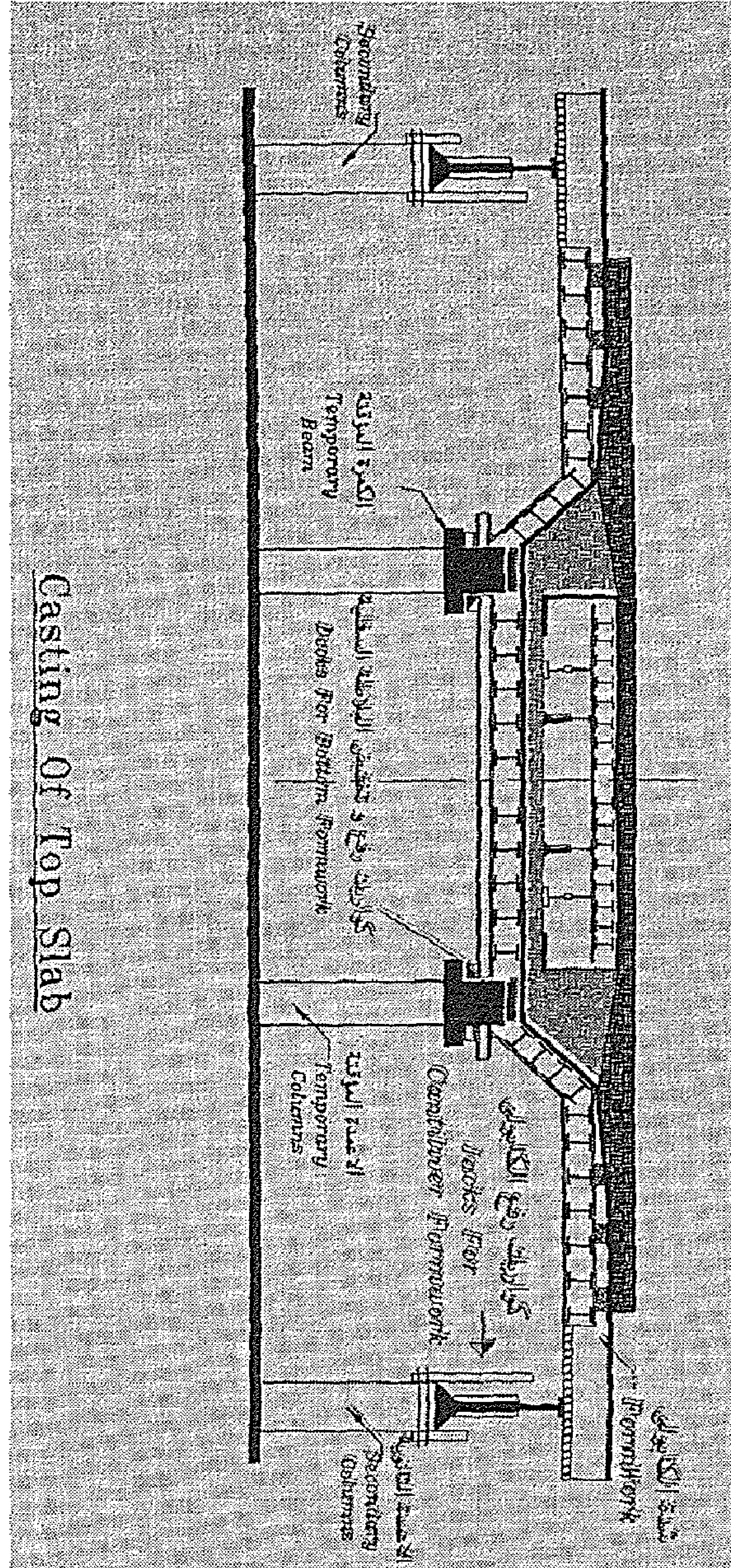
شكل (١٩) صب البلاطة السفلية و جوانب القطاع

تسليح البلاطة العلوية – عمل الشدات والفرم اللازمة – الصب :

١ – عمل الشدة العلوية للبلاطة العلوية .

٢ – عمل التسليح اللازم .

٣ – صب البلاطة العلوية – شكل (٢٠).



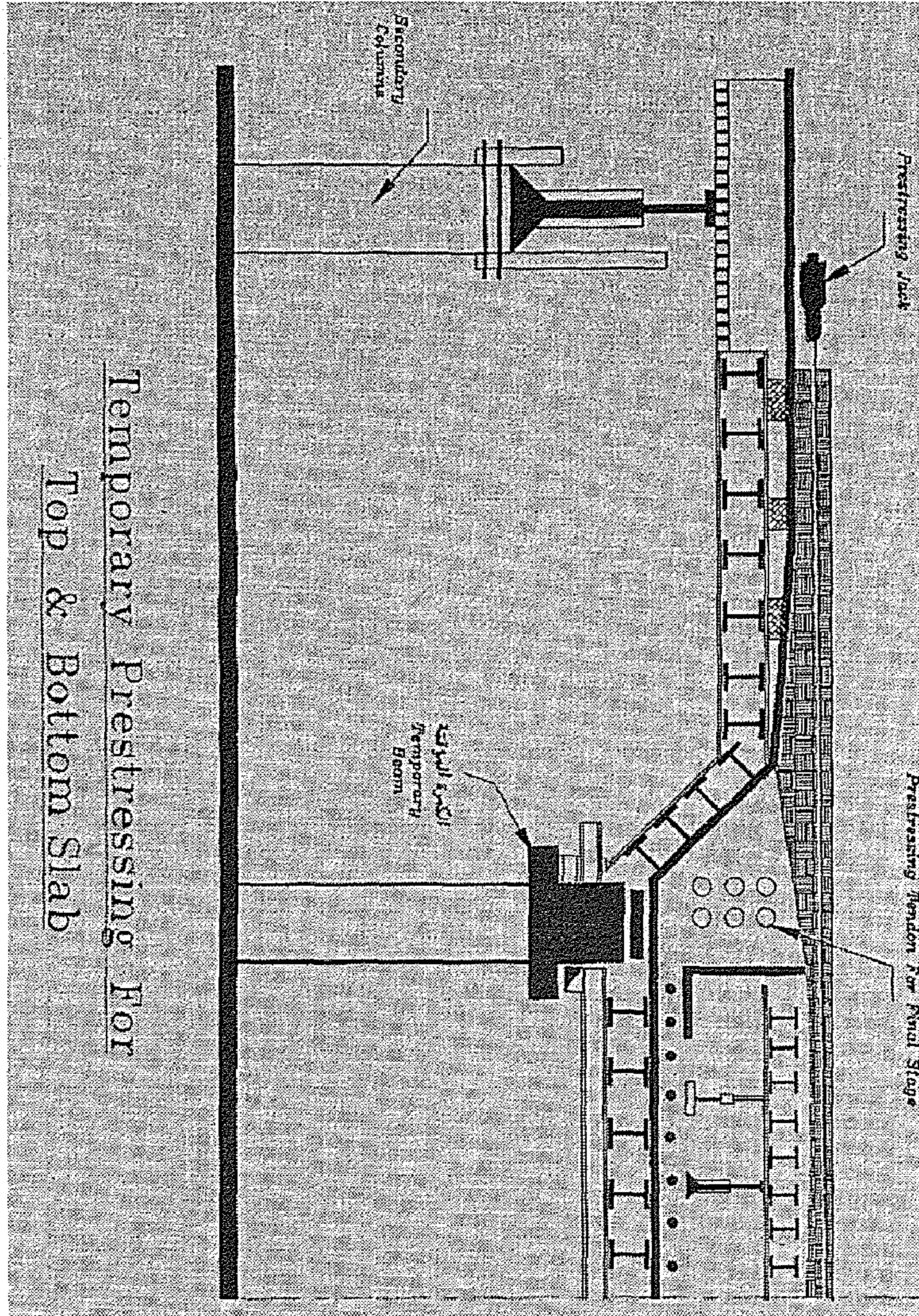
شكل (٢٠) صب البلاطة العليا

شد الكابلات سابقة الأجهاد :

بعد وصول جهد الخرسانة الي القيمة المطلوبة :

١ – تجري عملية شد الكابلات سابقة الأجهاد للقطاع الخرساني – شكل (٢٠) .

٢ – تهبيط الشدة أسفل الباكية ، بتخفيض الروافع الهيدروليكية .



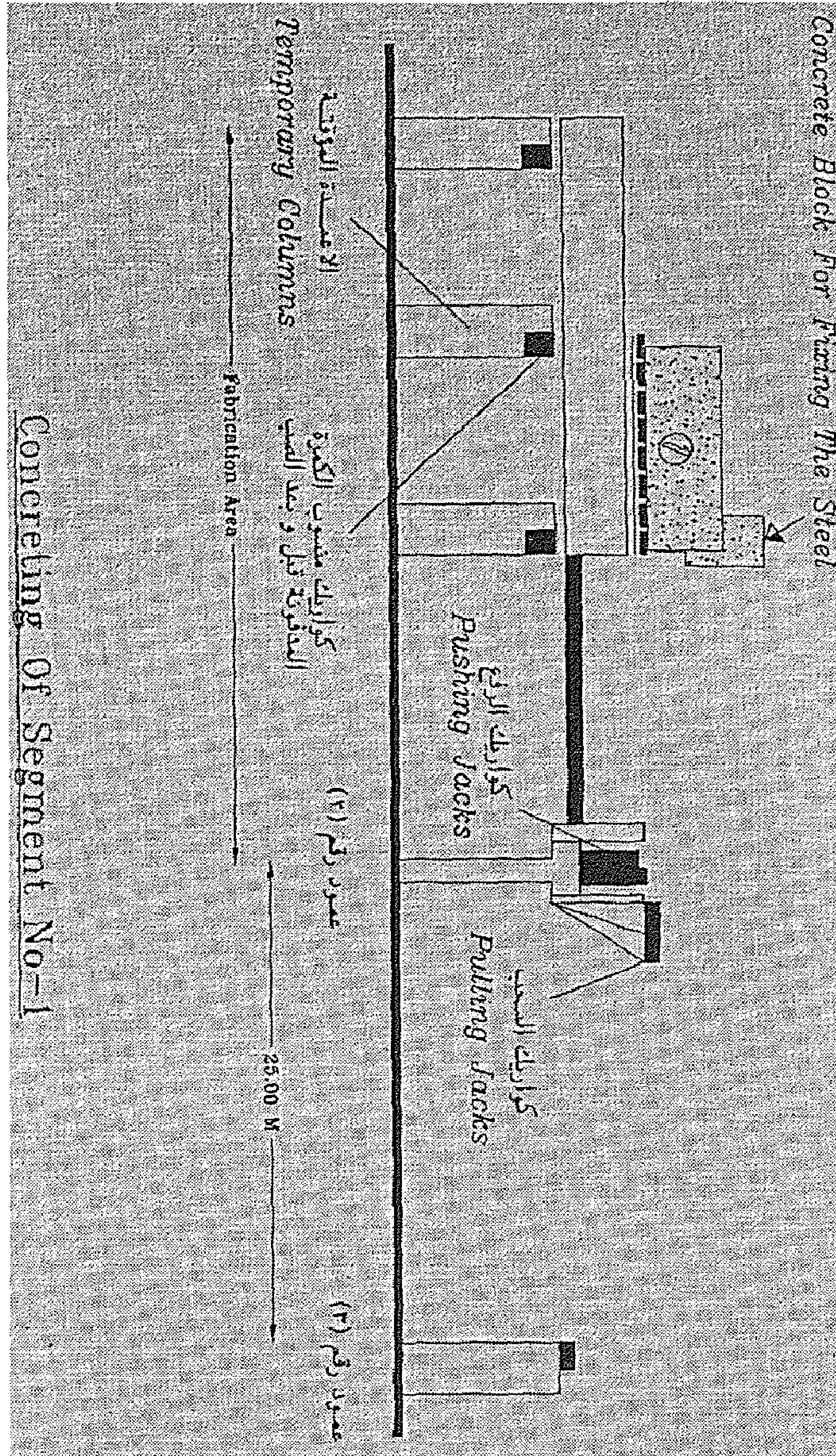
شكل (٢٠) عملية شد الكابلات سابقة الأجهاد للبلاطات العليا والسفلي

سحب القطاع رقم ١ & ٢ :

١ – صب القطاع رقم (١).

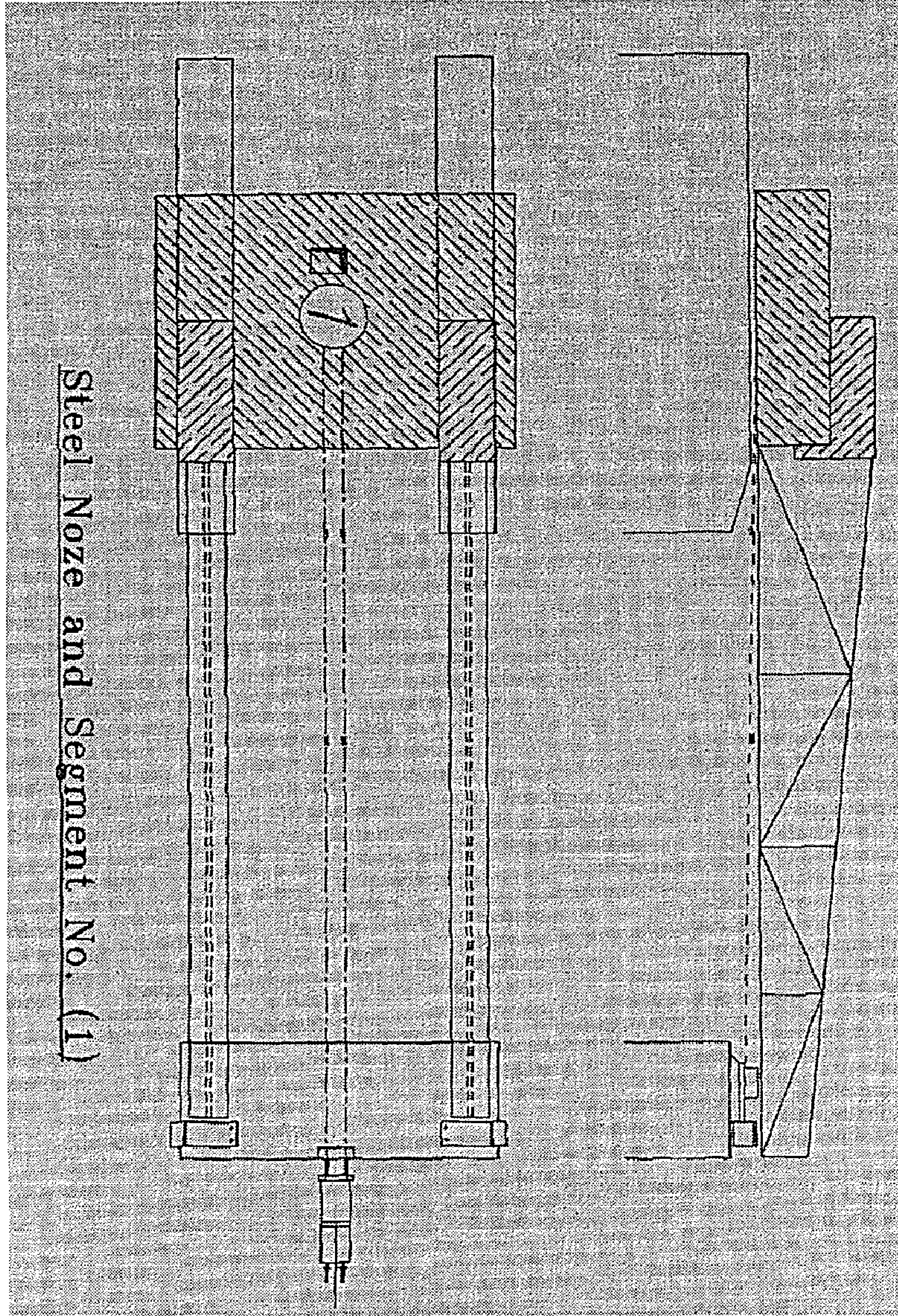
٢ – يتم تركيب عدد ٢ ماسورة صلب بين العامودين المؤقتين والمحور رقم (٢) – شكل (٢١).

٣ – يثبت الجمالون الحديدي Steel Nose في البلوك الخرساني ، وهو يوضع لتقليل الطول الكابولي لباكية الكوبري أثناء عملية الدفع – شكل (٢٢) .

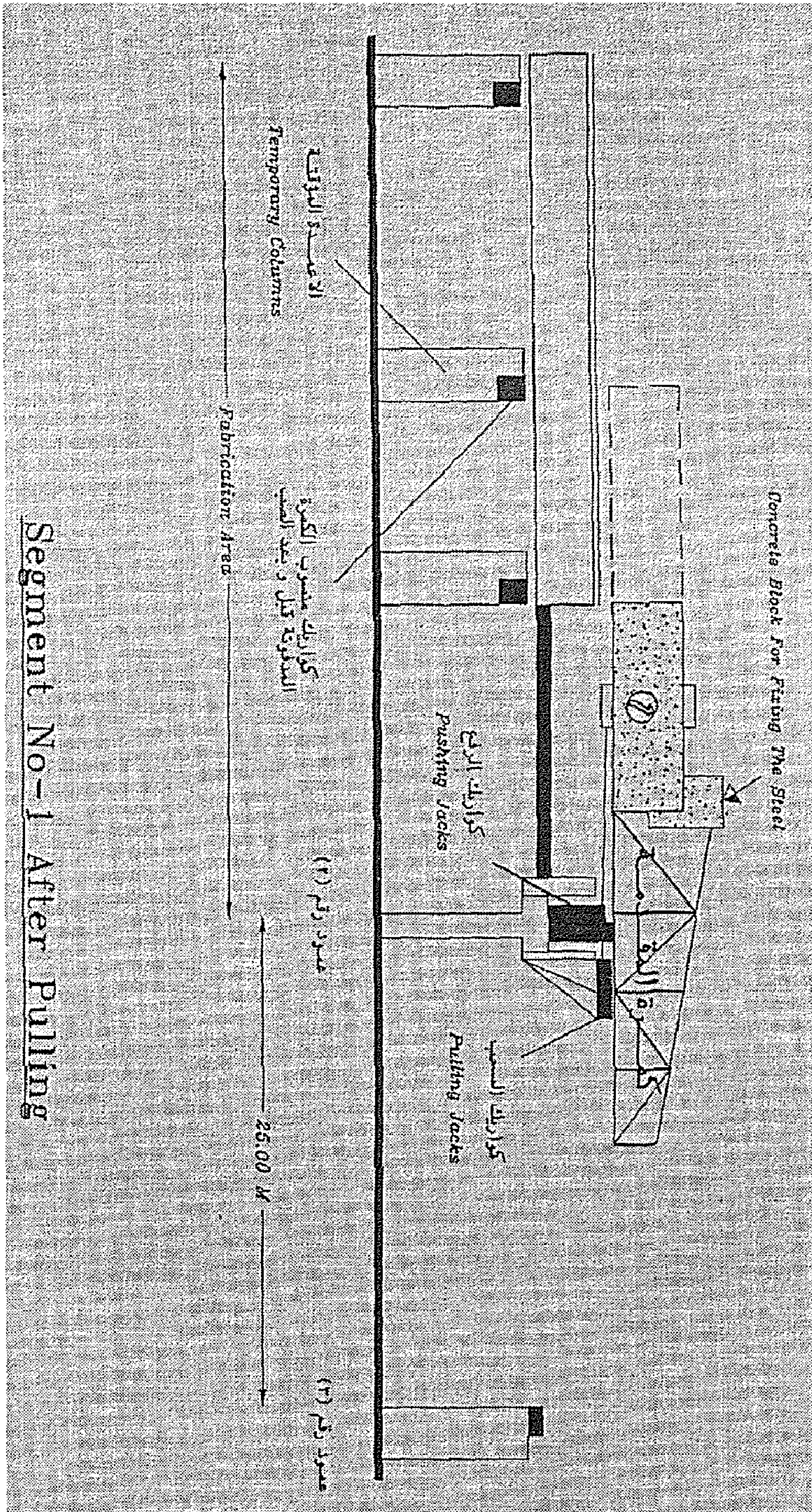


شكل (٢١) صب القطاع رقم ١ – تركيب ٢ ماسورة معدنية بين العمودين المؤقتين

تبدأ عملية سحب القطاع الأول بواسطة كابلات السحب حتي نهاية القطاع رقم (١) الي بداية الكمرة المؤقتة – شكل (٢٣) .



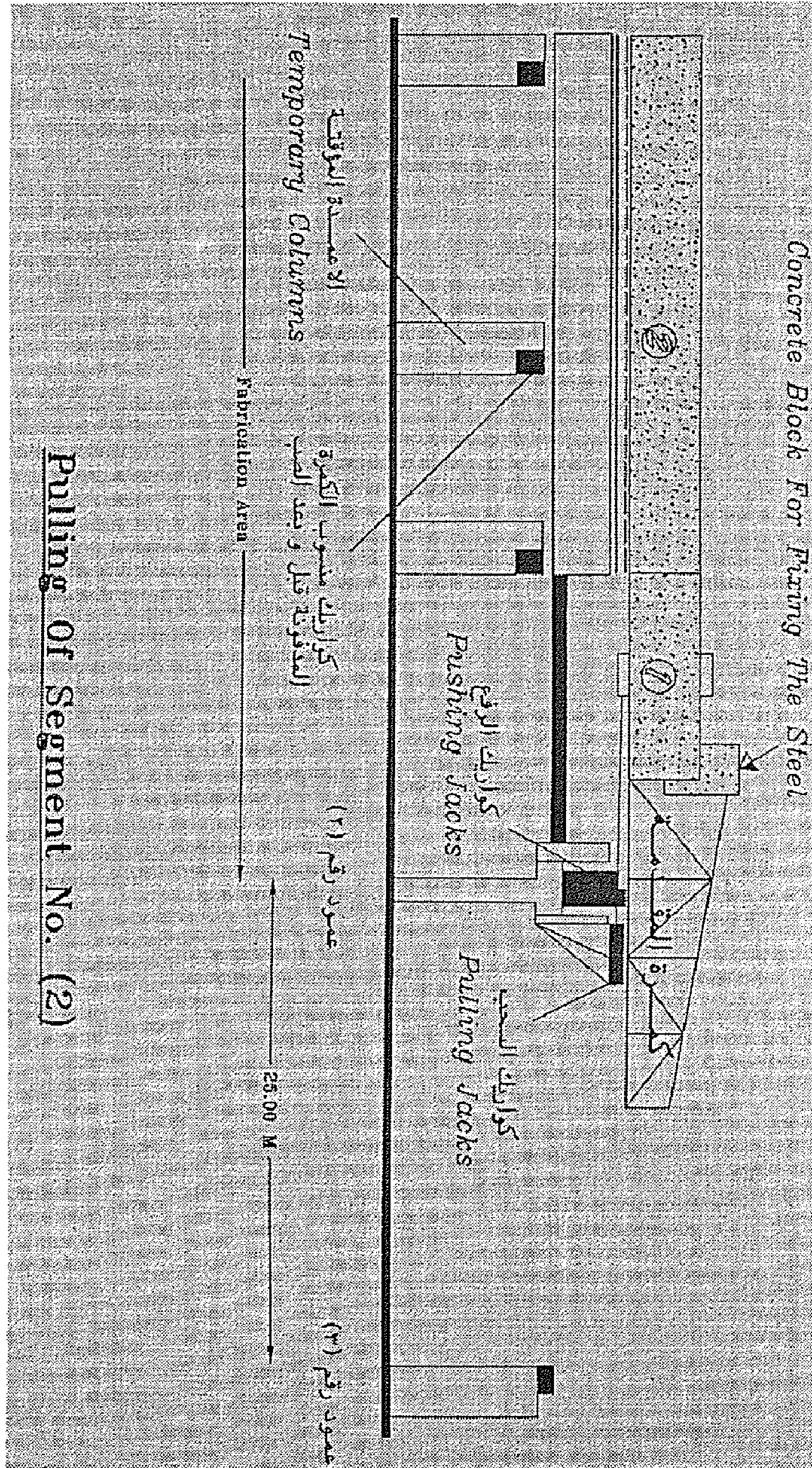
شكل (٢٢) تثبيت الجمالون الحديدي Steel Nose في البلوك الخرساني



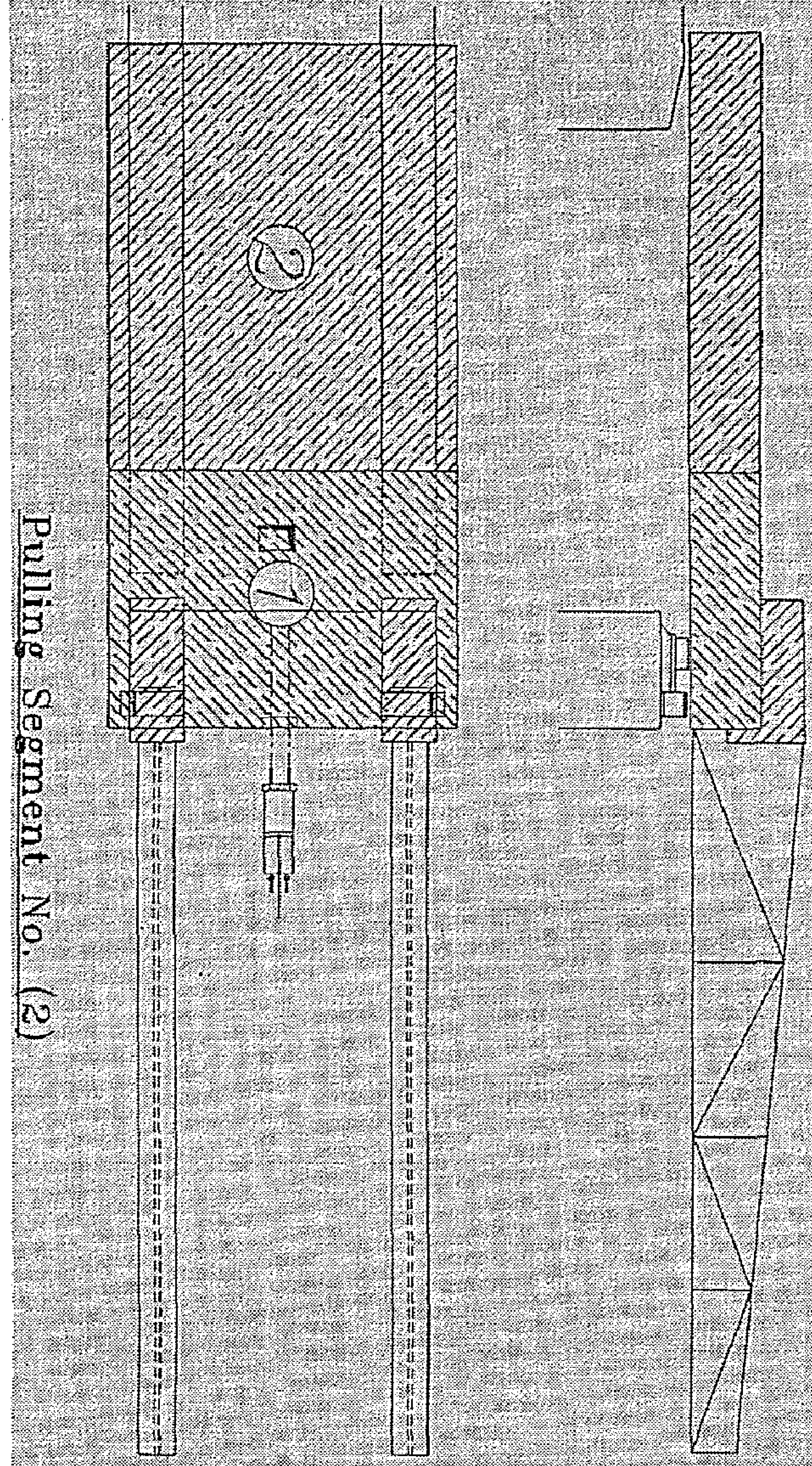
شكل (٢٣) الشريحة الأولي بعد عملية الشد

صب الشريحة الثانية بنفس طريقة الشريحة الأولي .

تبدأ عملية الشد للشريحة الثانية بواسطة كابلات السحب المثبتة في منتصف القطـــاع رقم (١) الي بداية الكمرة المؤقتة – والتي تتم بنفس طريقة الشد للشريحة الأولـــي – وعندها يكون القطاع الخرساني فوق كواريك الدفع – شكل (٢٥).



شكل (٢٤) عملية الشد للشريحة الثانية



شكل (٢٥) عملية الشد للشريحة الثانية – الشد يتم من أسفل الشريحة

عملية الدفع :

بعد الأنتهاء من تخفيض الشدة ، تبدأ عملية الدفع باستخدام ٢ كوريك رفع + ٤ كوريك دفع .

قوة كوريك الرفع الوحد = ٥٠٠ طن – أجمالي ١٠٠٠ طن .

أقصي مسافة رفع = ٥ مم .

قوة كوريك الدفع الوحد = ١٠٠ طن – أجمالي ٤٠٠ طن .

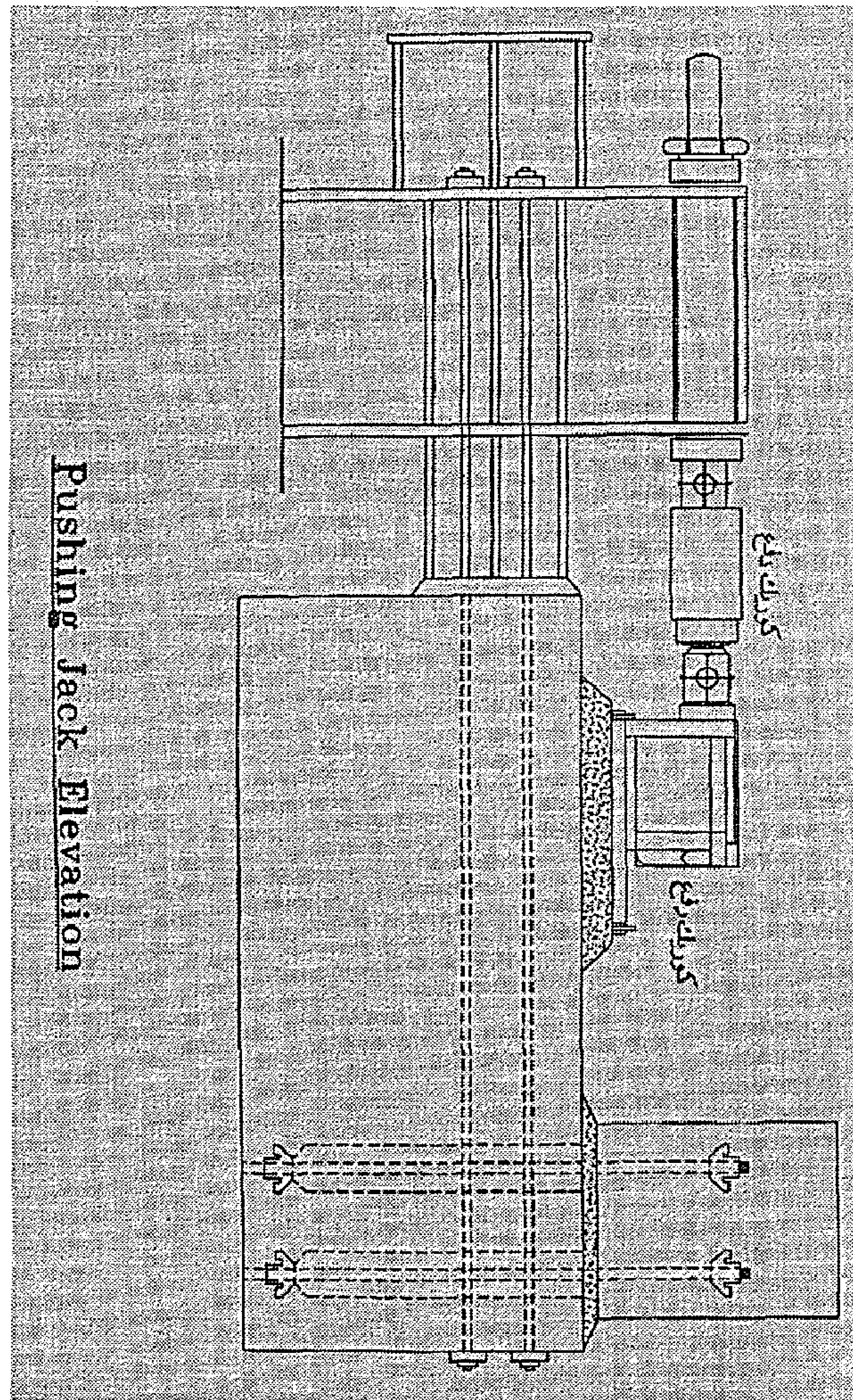
تبدأ عملية الدفع بأن يتم رفع الكوبري أولا ٥ مم بواسطة كواريك الرفع ، بيمما يتم دفع الكوبري أثناء الرفع لمسافة ٢٥ سم – شكل (٢٦) .

يتم أنزال الكوبري بعد نهاية المشوار ليعود الكوريك بدون حمل مرة أخري .

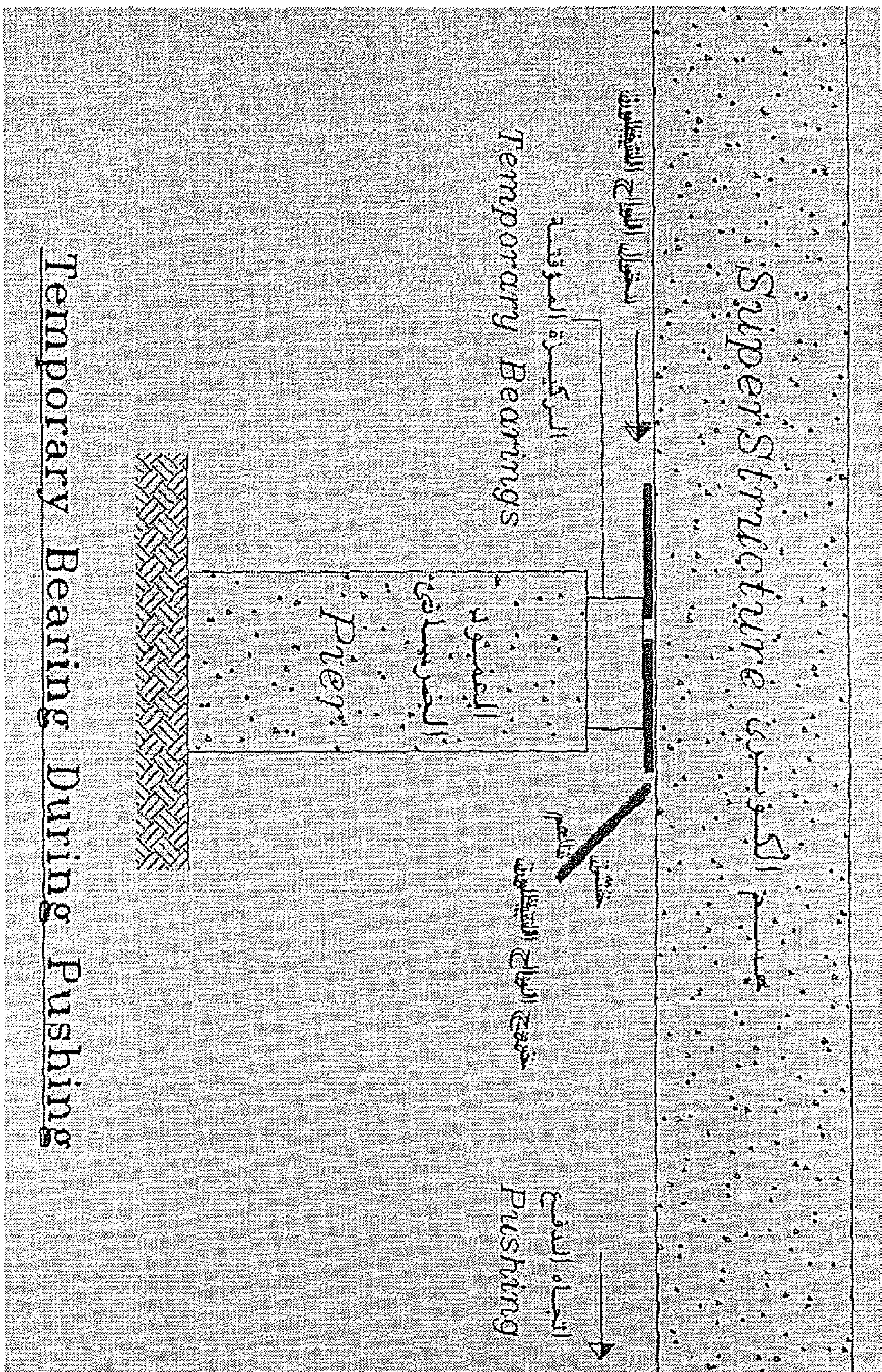
أثناء عملية الدفع ، وعلي الكمرة المؤقتة ، يتحرك جسم الكوبري علي الخشب Hard Wood والمدهون بطبقة من الشحم .

كما يتحرك أيضا فوق الركائز المؤقتة بوضع ألواح التيفلون واحد تلو الآخر – شكل (٢٧) .

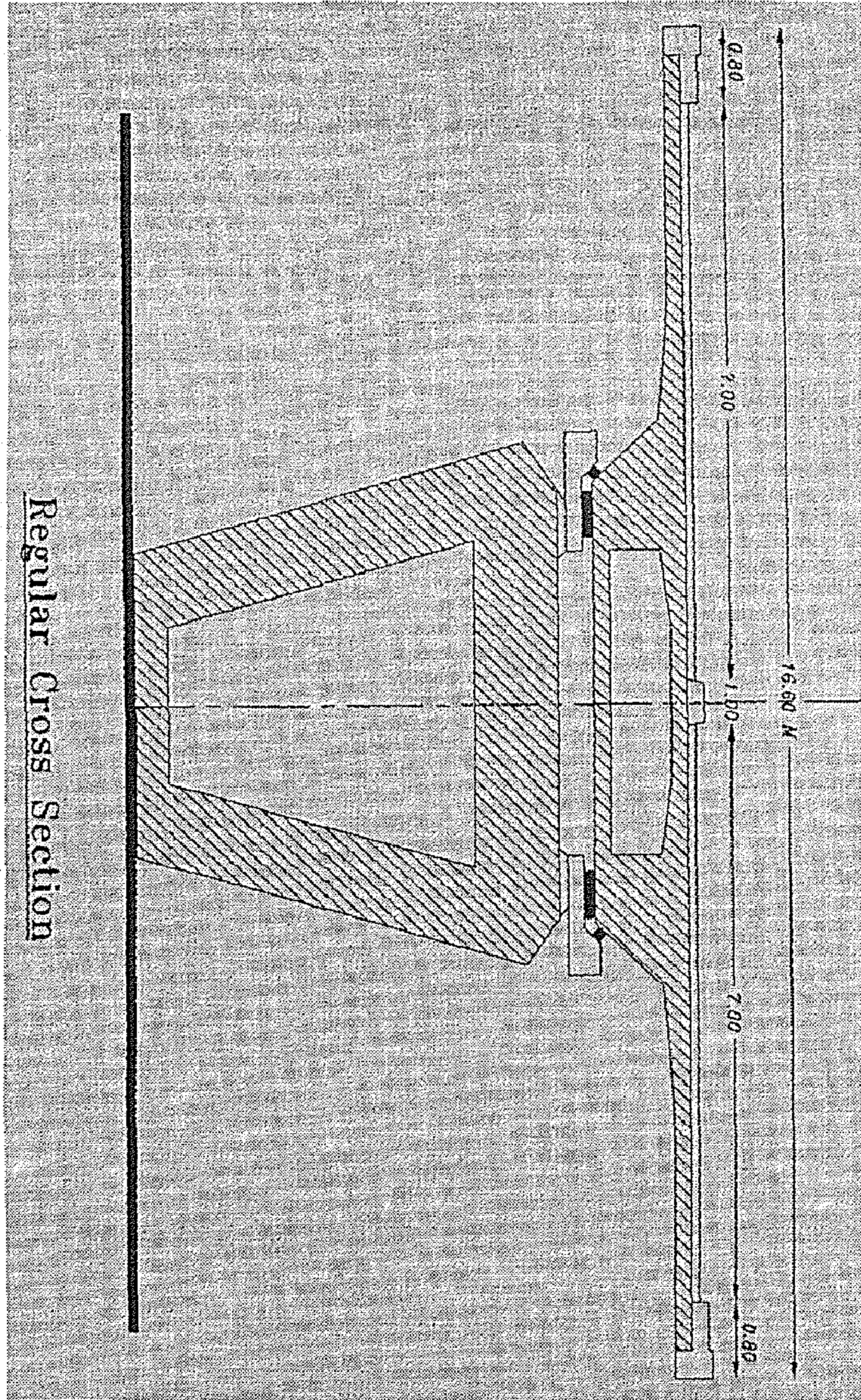
الوضع النهائي للكوبري فوق الركائز – شكل (٢٨) .



شكل (٢٦) مسقط رأسي لكواريك الدفع



شكل (٢٧) العمود المؤقت أثناء دفع الكوبري



شكل (٢٨) الوضع النهائي للكوبري فوق الركائز

أستبدال الركائز المؤقتة بالركائز الدائمة :

خطوات التنفيذ :

١ – توضع كواريك الرفع بجوار الركائز المؤقتة أسفل الكمـر الطـولي ، تقـوم الكواريك برفع الكوبري ٥ مم .

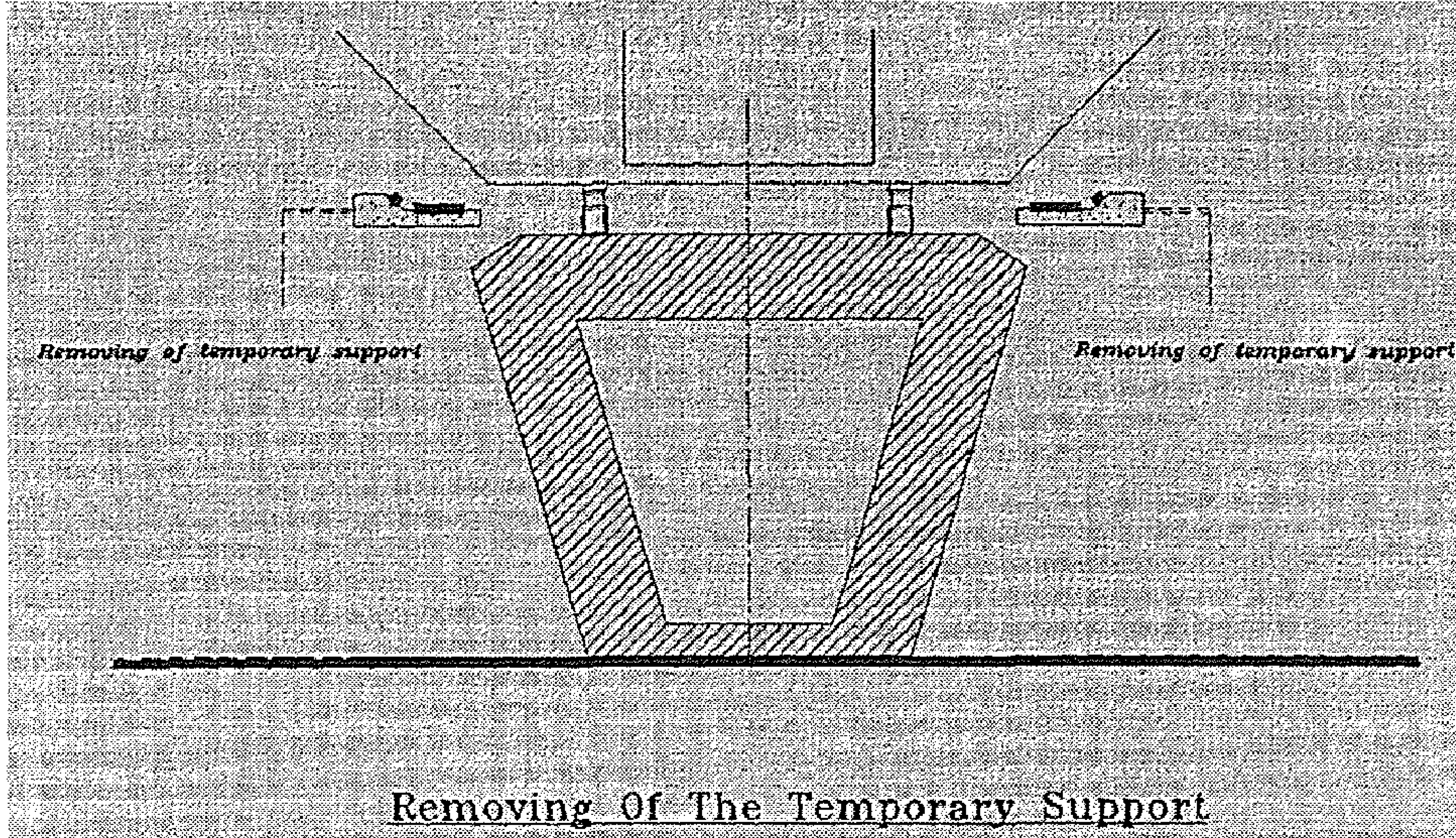
٢ – يتم أخراج الركائز المؤقتة – شكل (٢٩) .

٣ – يتم تركيب الركائز الدائمة ثم الحقن أعلاها وأسفلها – شكل (٣٠) .

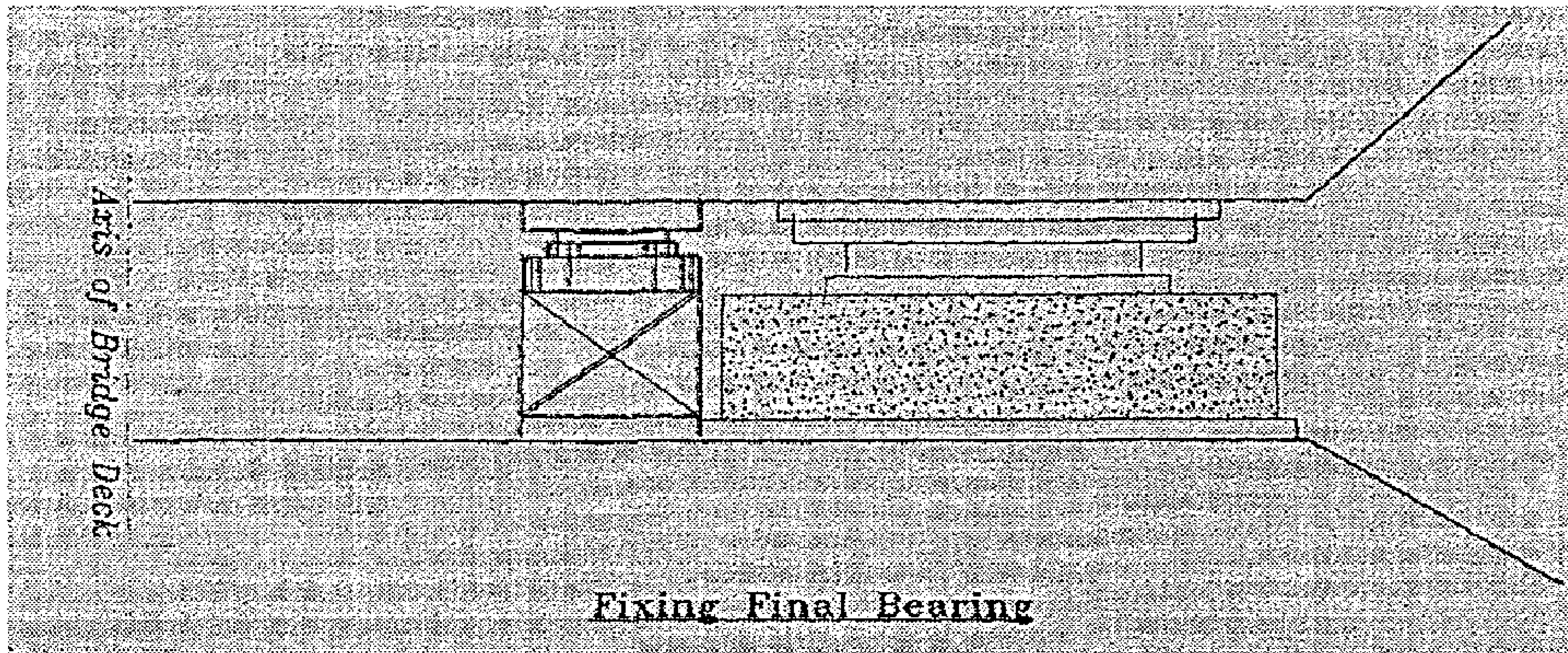
٤ – بعد وصول الحقن الي الجهد المطلوب ، نخفض كواريك الرفع .

٥ – يتم شد الكابلات الطولية (المرحلة النهائية) .

٦ – نكمل باقي التشطيبات من كوبستات ودرابزينات ورصف وأنارة ...



شكل (٢٩) أزالة الأرتكاز المؤ قت



شكل (٣٠) تركيب الأرتكاز النهائي

ملاحظات عامة :

١ – تصلح هذه الطريقة عندما يكون مسار الكوبري خط مستقيم أو منحني ثابت .

٢ – يمكن عمل ٢ منطقة تصنيع لسرعة الأنشاء عند طرفي الكوبري .

٣ – تستغرق دورة عملية دفع الكوبري لمسافة ٢٥ سم (مسافة روافع الدفع) ٧٥ ثانية .

٤ – طول الكابولي المعدني Steel Nose = ١٧ متر .

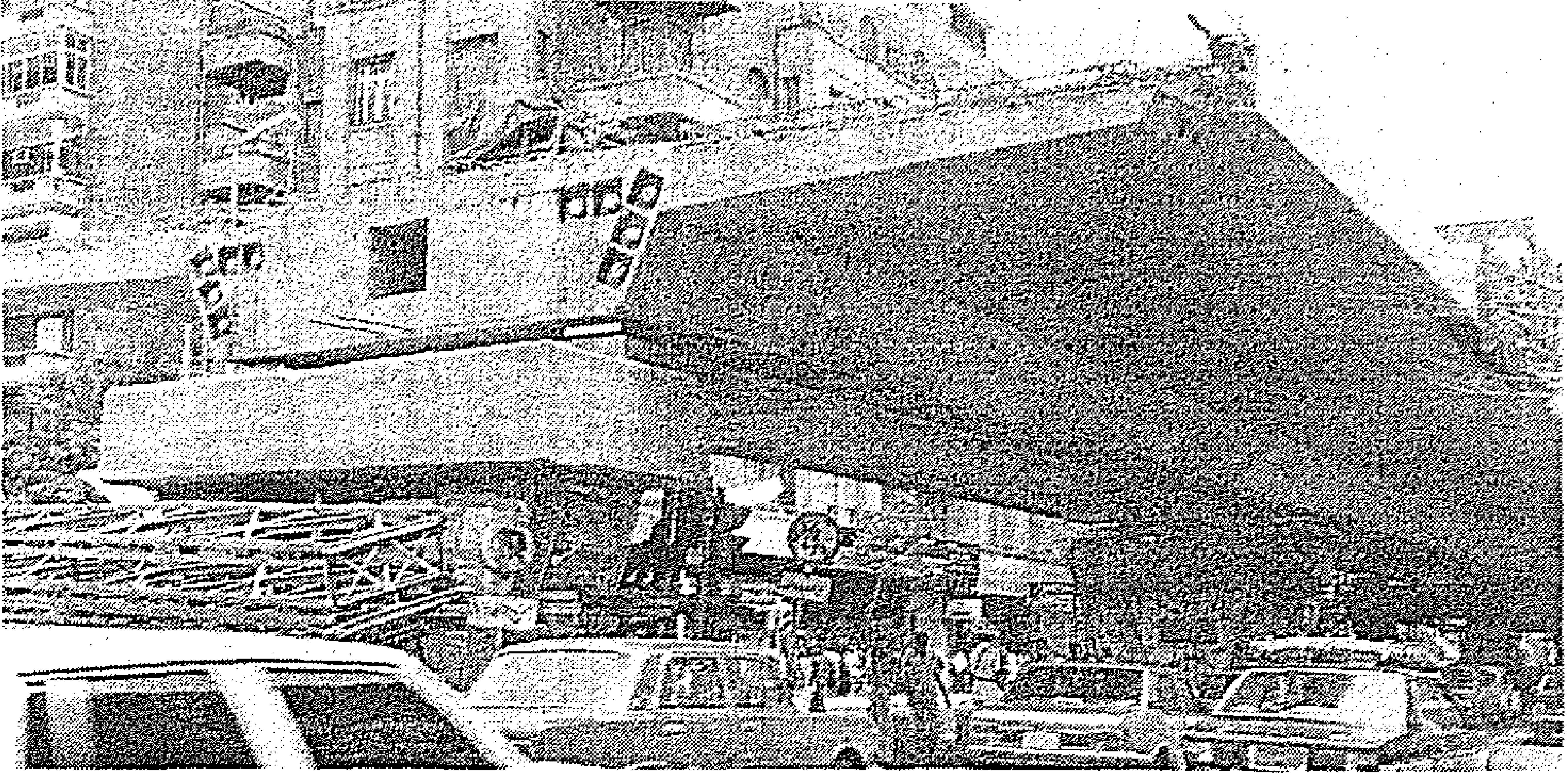
٥ – تتكون الألواح المتحركة من مادة التيفلون فوق ألواح من الصلب ١٦ مم المغطي بألواح النيكل كروم بسمك ١ مم بينهما طبقة من الشحم لتقليل معامل الأحتكاك الي ٢ – ٤ % . وتحت الألواح الصلب ألواح تيفلون بسمك ٣ مم لخلق سطح أنزلاق ثاني بمعامل أحتكاك ٨ % لحماية الأعمدة من أي قوة أفقية أضافية .

٦ – خلال عملية دفع الكوبري ، يتم أستخدام عمالة (مزودة بأجهزة لاسلكي) فوق كل عمود لسحب ووضع ألواح التيفلون المتحركة و كذلك سحب الألواح الخشبية المتحركة في منطقة التصنيع .

شكل (٣١) يوضح الكوبري أثناء دفعه علي الأرتكازات (صورة من الطبيعة لكوبري الزمالك) .



شكل (٣١) الكابولي المعدني في مقدمة باكية الكوبري أثناء الدفع – كوبري ٢٦ يوليو – الزمالك



شكل (٣١) بلاطات الكوبري أثناء عملية الدفع

ثالثا : نظام العربات الطائرة Launching girders system:

العربات التي تحمل الرافع الحامل للكمرة الطولية الرئيسية :

المميزات :

١ – عدم أعاقة المرور أو تحويله أو غلقه .

٢ – سرعة تنفيذ الهيكل العلوي للكوبري .

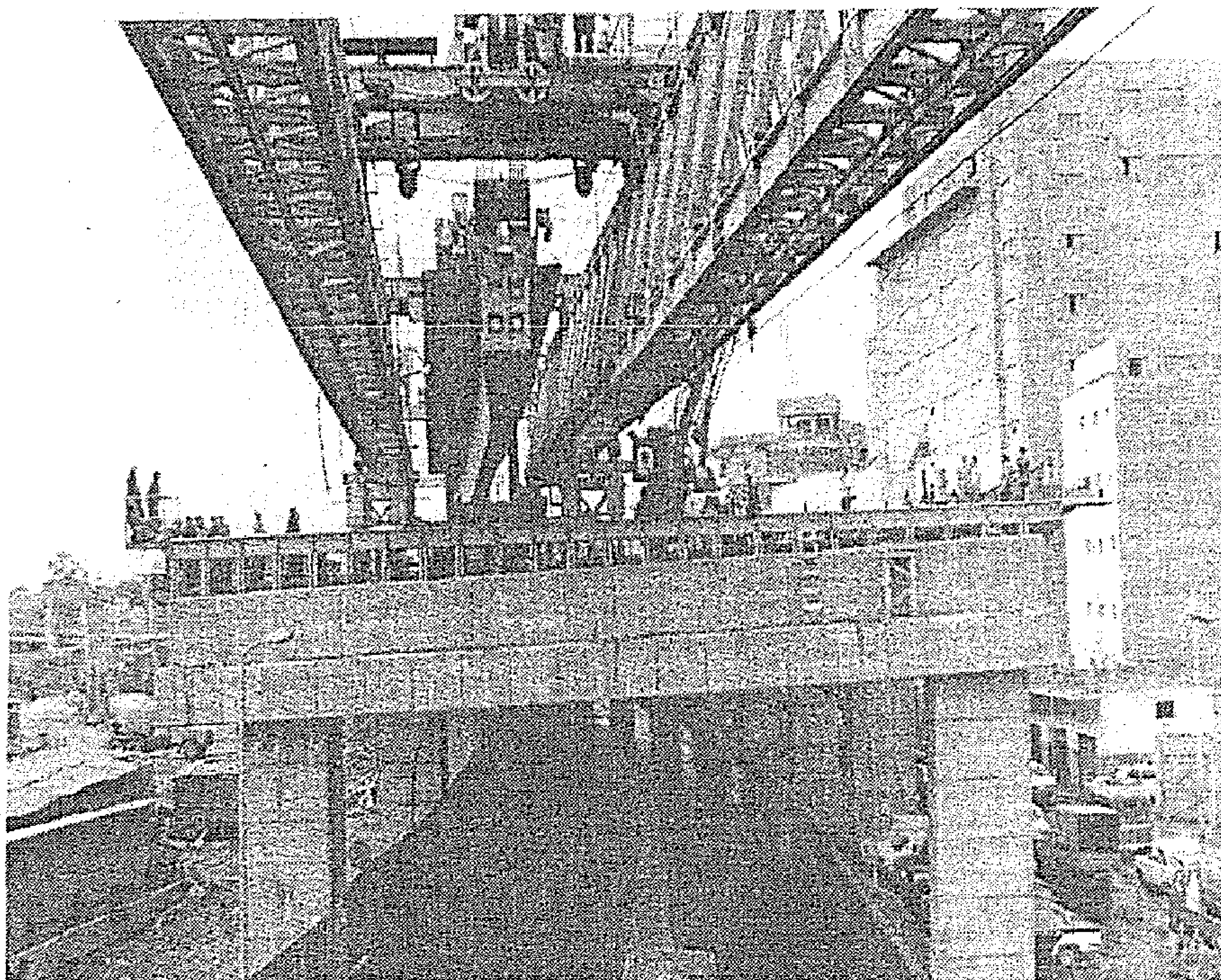
طريقة التنفيذ :

١ – تستخدم كمرات سابقة الصب و الأجهاد بأطوال ٢٨ – ٤٣ متر – شكل (٣٢) . يمكن أيضا التنفيذ بطريقة الصب في الموقع – شكل (٣٣) .

٢ – يتم رفع الكمرة علي عربات خاصة ، وزن الكمرة حوالي ١١٥ طن وطولها حوالي ٤٠ متر .

٣ – تنقل الكمرات بواسطة العربات الي مكانها .

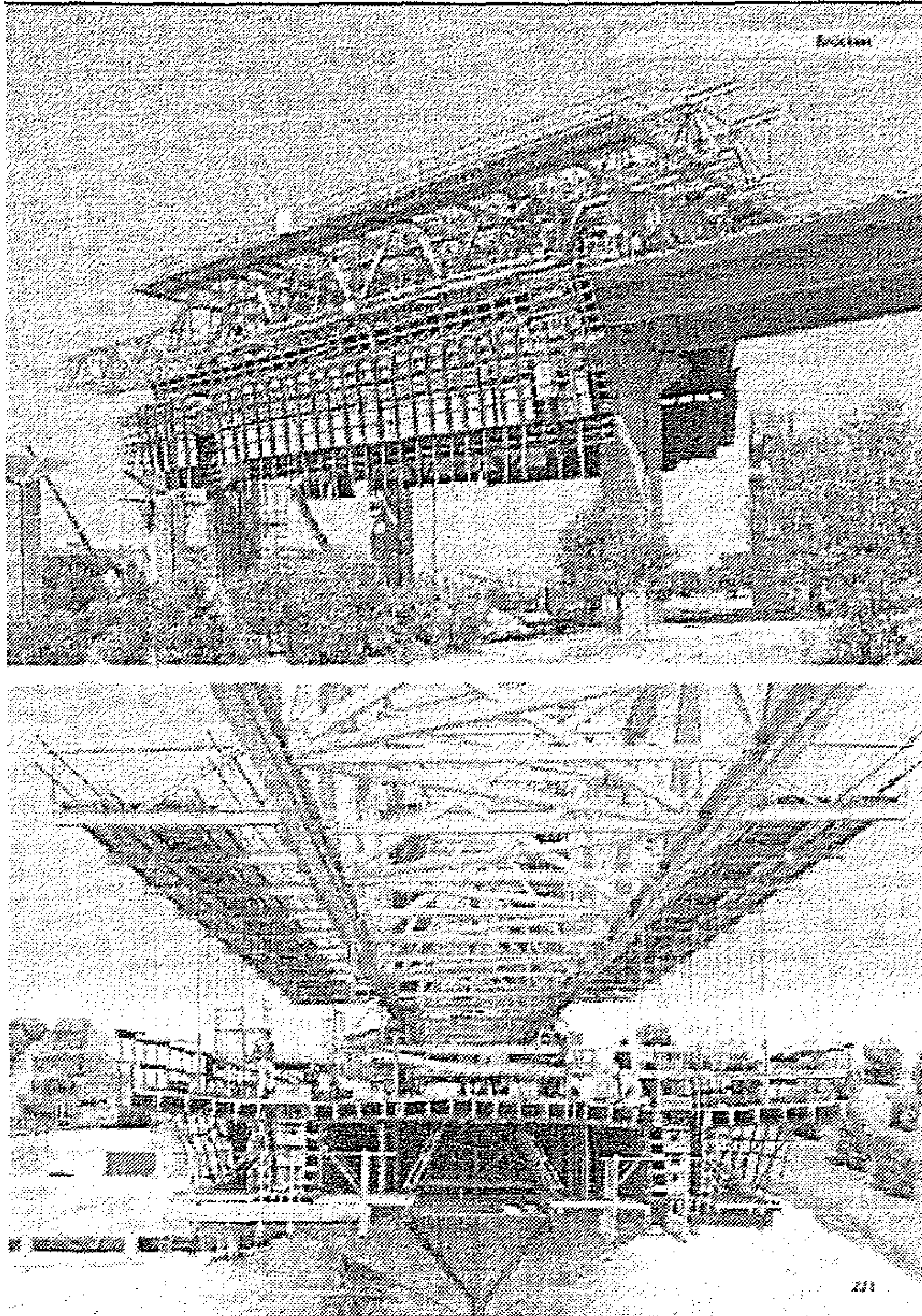
تم تطبيق هذا النظام في كوبري ٦ أكتوبر – ميدان العباسية – القاهرة .



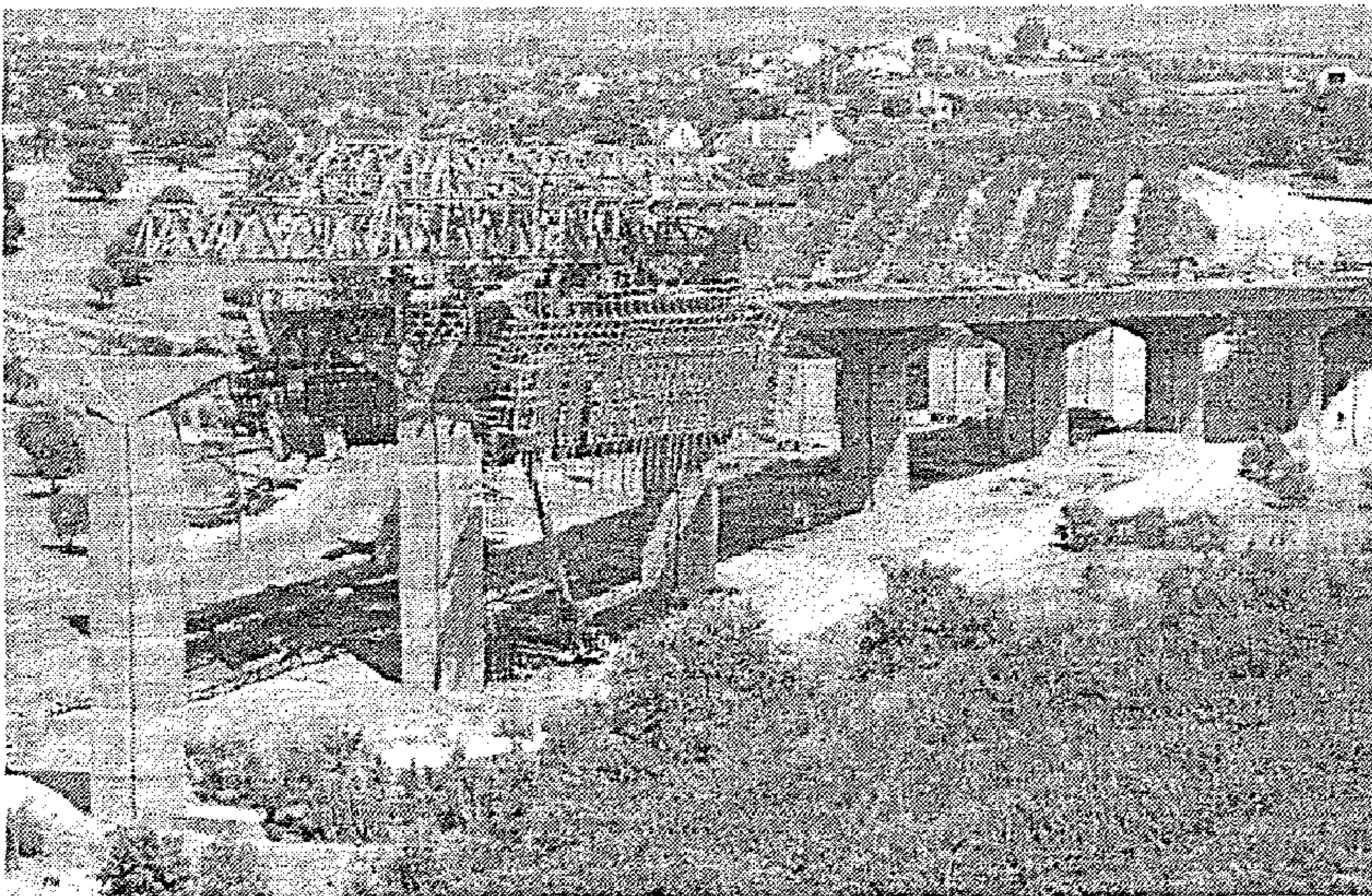
شكل (٣٢) العربات الطائرة أثناء التنفيذ ، حاملة لكمرة سابقة الصب



تابع شكل (٣٢) العربات الطائرة



شكل (٣٣) العربة الطائرة لصب الكوبري في الموقع



شكل (٣٣) جسم الكوبري من خرسانات مصبوبة في الموقع

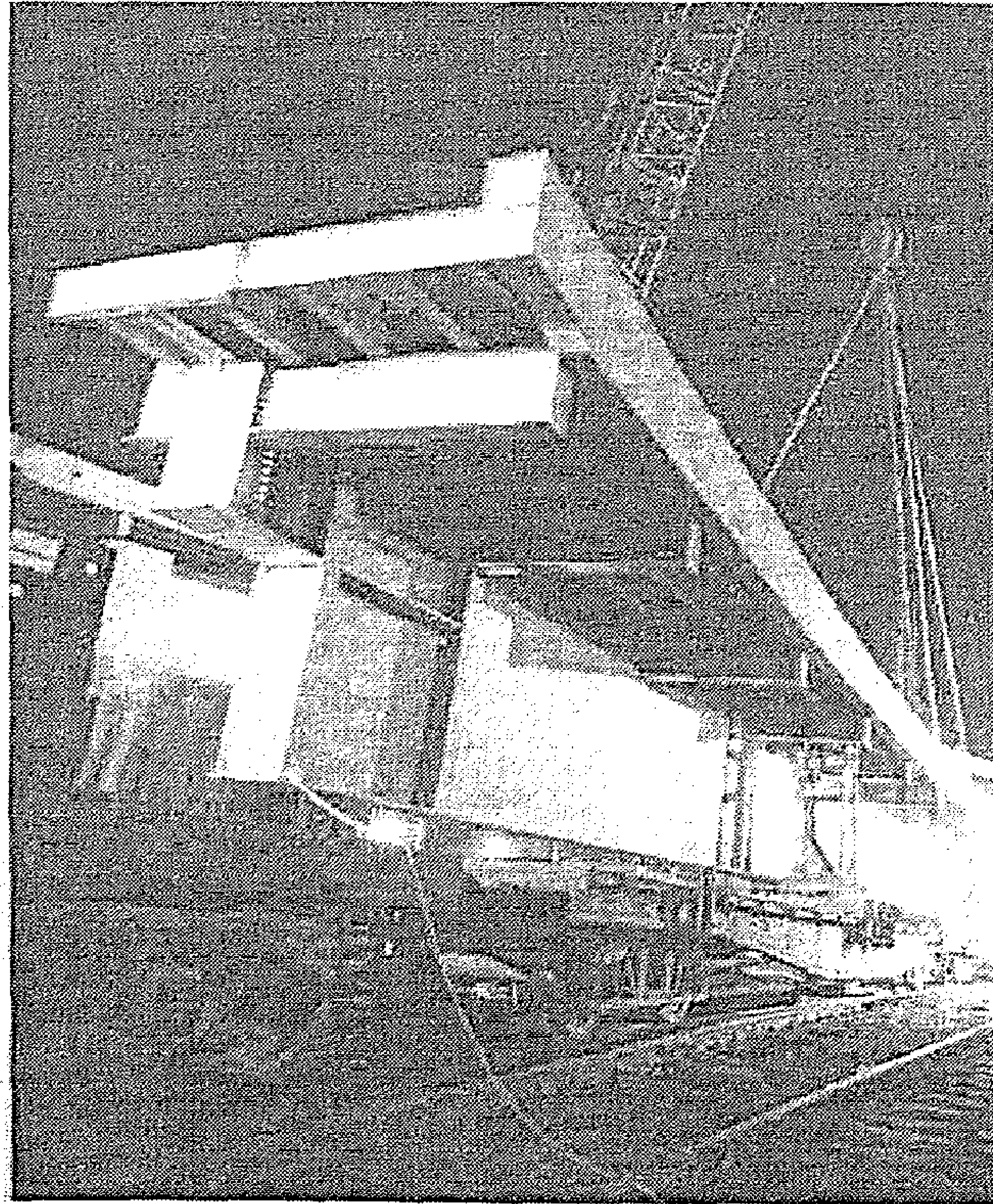
رابعا : الكباري المعدنية :

مميزاتها :

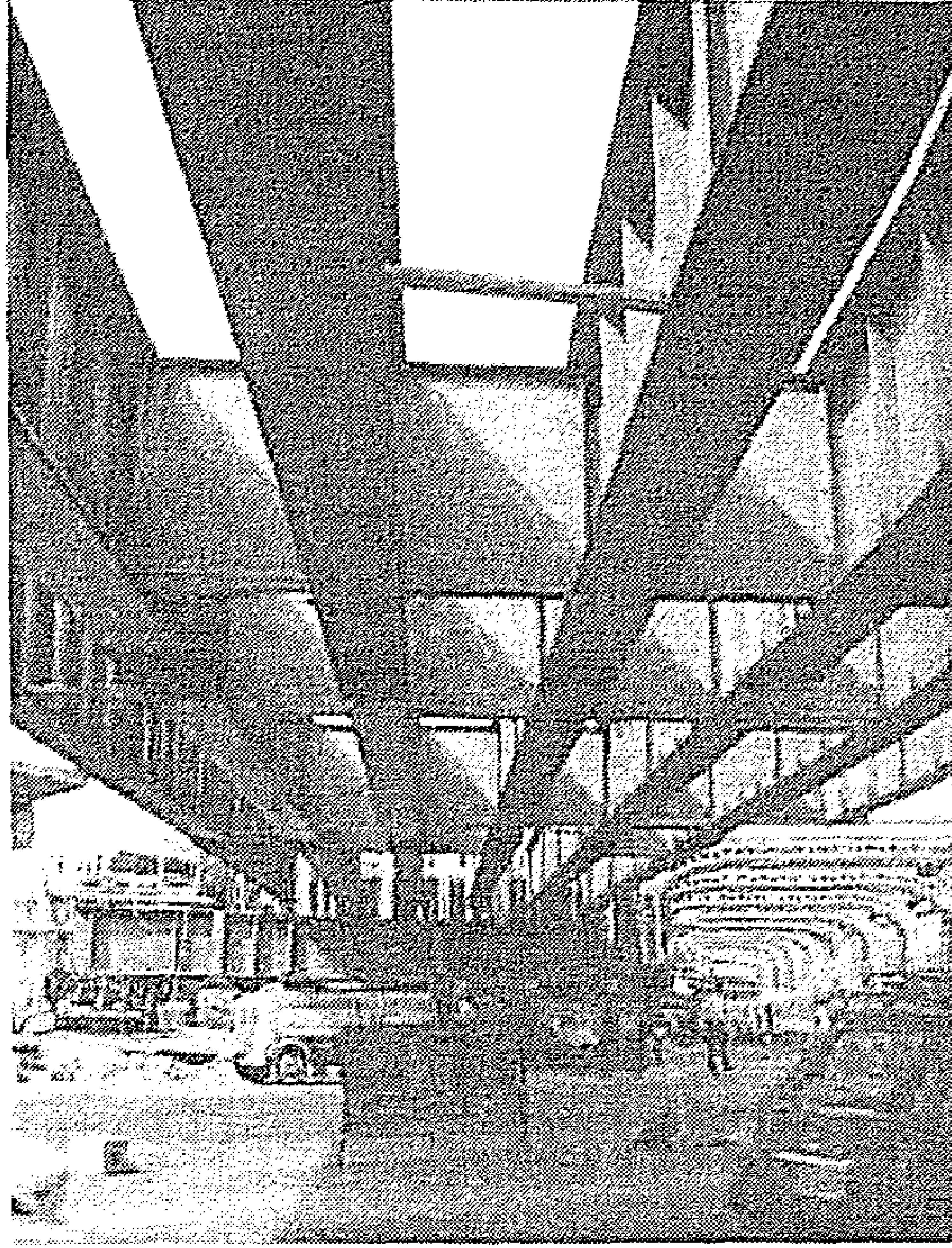
١ – سرعة الأنجاز .

٢ – الأقتصاد في التكاليف .

تنتشر الكباري المعدنية بجمهورية مصر العربية وتساهم في حلول جذرية لمشاكل النقل والمواصلات ، يتم تصنيع أجزائها بورش التصنيع ثم تنقل بشكل أجزاء كاملة مجمعة الي الموقع . يتم عمل الأساسات اللازمة للعمل في الموقع علي أن تزود بجوايط معدنية لربط الهيكل العلوي بالأساسات . يتم تركيب أجزاء الكوبري المصنعة بسرعة فائقة ، ثم تبدأ أعمال تشطيبات الكوبري من درابزينات ورصف وأنارة ٠٠٠ ولعل خير مثال لذلك كوبري الملك الصالح – كوبري الأزهر – كوبري الفردوس – كوبري السيدة عائشة – شكل (٣٤) .



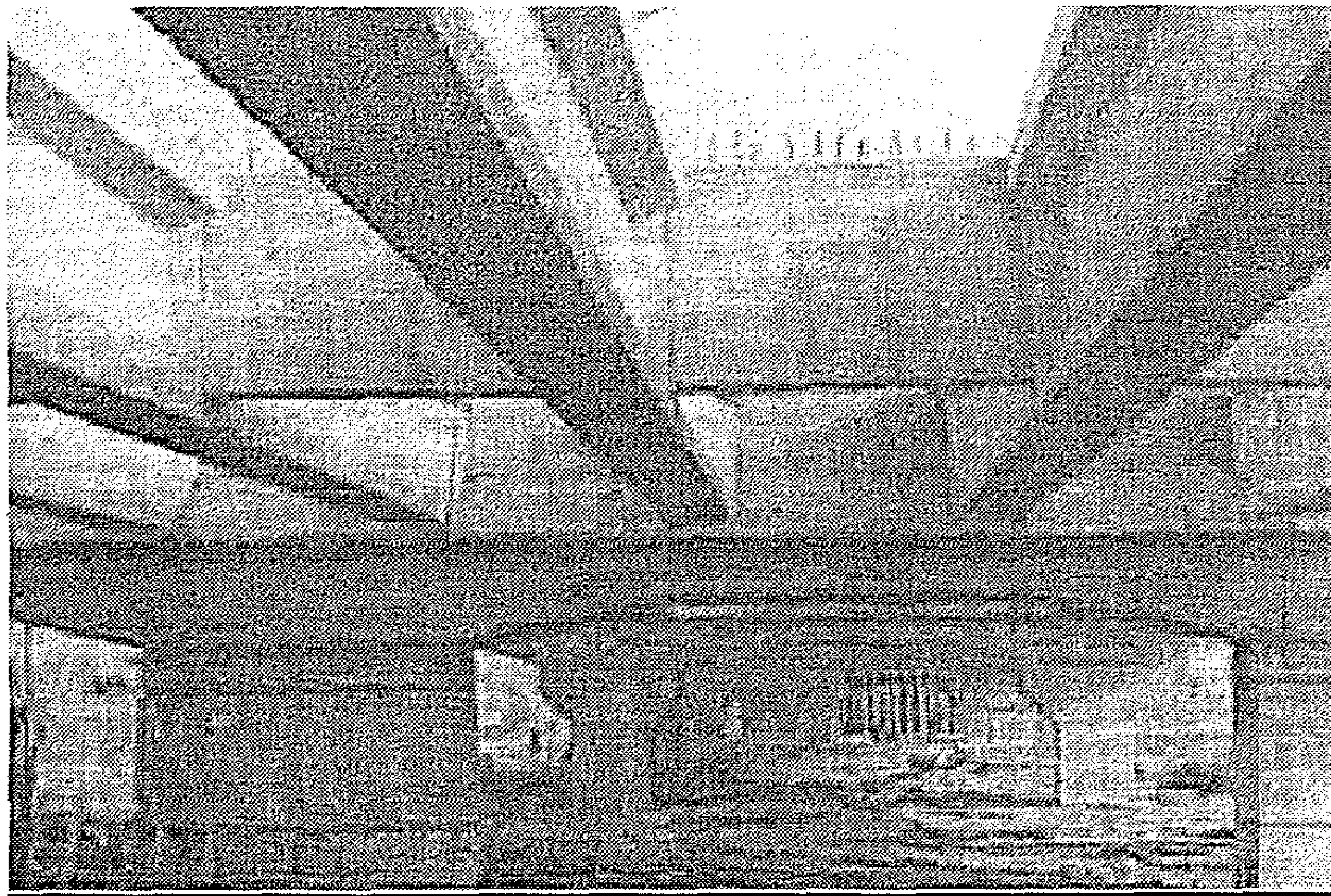
شكل (٣٤) الكباري المعدنية – تصنع غلي أجزاء ثم تنقل لموقع العمل



تابع شكل (٣٤) الكباري المعدنية – الوصلة فوق الكورنيش عند منطقة أبو العلا

خامسا : الكوبري العلوي فوق شارع الجلاء :

كمرات سابقة الصب سابقة الأجهاد في الأتجاه الطولي . كمرات عرضية سابقة الأجهاد ترتكز عليها الكمرات الطولية .



شكل (٣٥) الأعمدة والكمرات العرضية والطولية للكوبري



شكل (٣٥) الكمرات سابقة الصب والأجهاد متجاورة أثناء التنفيذ

سادساً : الكباري المعلقة Suspended bridges

مثل كوبري مبارك علي قناة السويس – شكل (٣٦) ، وكوبري ٦ أكتوبر . تعتبر أحدث تكنولوجيا في أنشاء الكباري علي مستوي العالم . تكون تلك الكباري معلقة بوايرات أو كابلات عالية المقاومة ويكون جسم الكوبري معلقا بها : الويرات الصلب مرتكزة علي البايلون .

المميزات :

١ – البحور الكبيرة ، نماذج موضحة لبعض الكباري المعلقة علي مستوي العالم آخر هذا الباب .

عملية الأنشاء :

أنشاء الأرتكلز (البايلون) Pylon :

تنفذ الأعمدة الحاملة باستخدام الشدة المنزلقة لسرعة الأنجاز . تثبت بها مواسير تسمي Recess tube ثم تثبت بها الكابلات الحاملة لقطاع الكوبري . يتم ضبط زوايا هذه المواسير الرأسية والأفقية والأرتفاعات باستخدام جهاز ليزر دقيق Disto lot laser . والأرتكازعبارة عن عامود في وسط الكوبري ويرتفع عن الأرض (في كوبري غمرة) مسافة ٥٠ متر تم تنفيذها علي هذا الأرتفاع الشاهق بواسط تكنيك الشدات المنزلقة – شكل (٣٧) .

يتكون الكوبري المعلق من الأجزاء التالية :

١ – ينفذ جسم الكوبري باستخدام العربات المتحركة علي أجزاء Segments طولها = ٥ متر .

٢ –ينفذ أول جزء من جسم الكوبري بالشدات المعدنية التقليدية بطول ٤,٣٥ متر وهو بداية لتجميع وتركيب العربات المتحركة المستخدمة في تنفيذ جسم الكوبري .

٣ – يتم تركيب العربات المتحركة وتثبت في أماكن تثبيتها . تجهز أعمال الحدادة و النجارة و تضبط المواسير .

٤ – تصب البلاطة السفلية والكمر باستخدام خرسانة ذات أجهاد ٤٠٠ كجم / سم٢ بعد ٢٨ يوم .

٥ – تنفذ النجارة والحدادة للبلاطة العلوية ثم نصب الخرسانة .

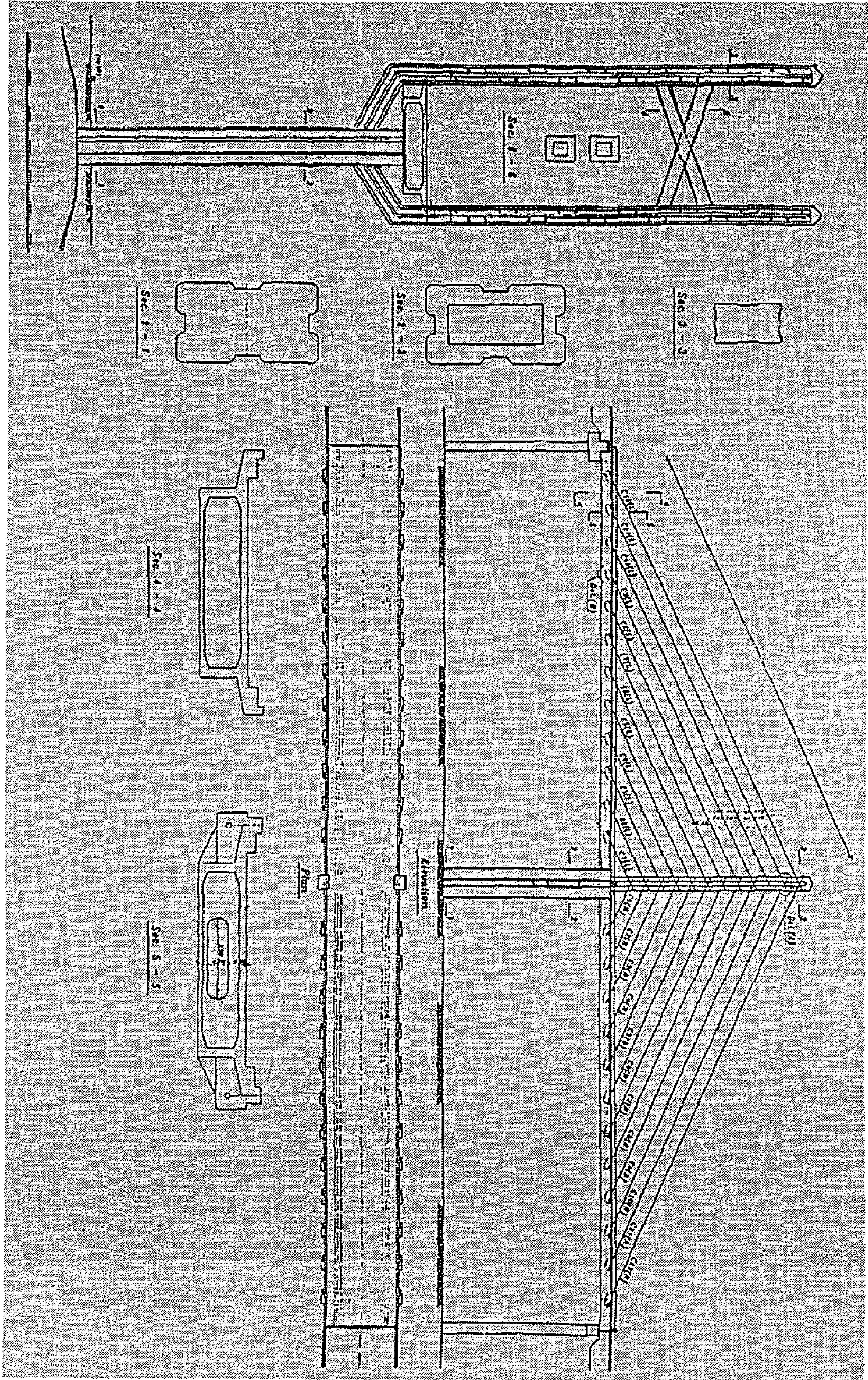
٦ – تجهز كابلات الصلب الحاملة ذات الأجهاد العالي وتقطع طبقا للمقاسات ويتم تجميعها داخل ماسورة من البولي إيثيلين ثم تركب نهايات التثبيت .

٧ – يتم رفع الكابل الحامل للكوبري وتركيبه في الموضع الخاص به . يتم تركيب ٢ كابل حامل لكل جزء خرساني (الطول = ٥ متر) .

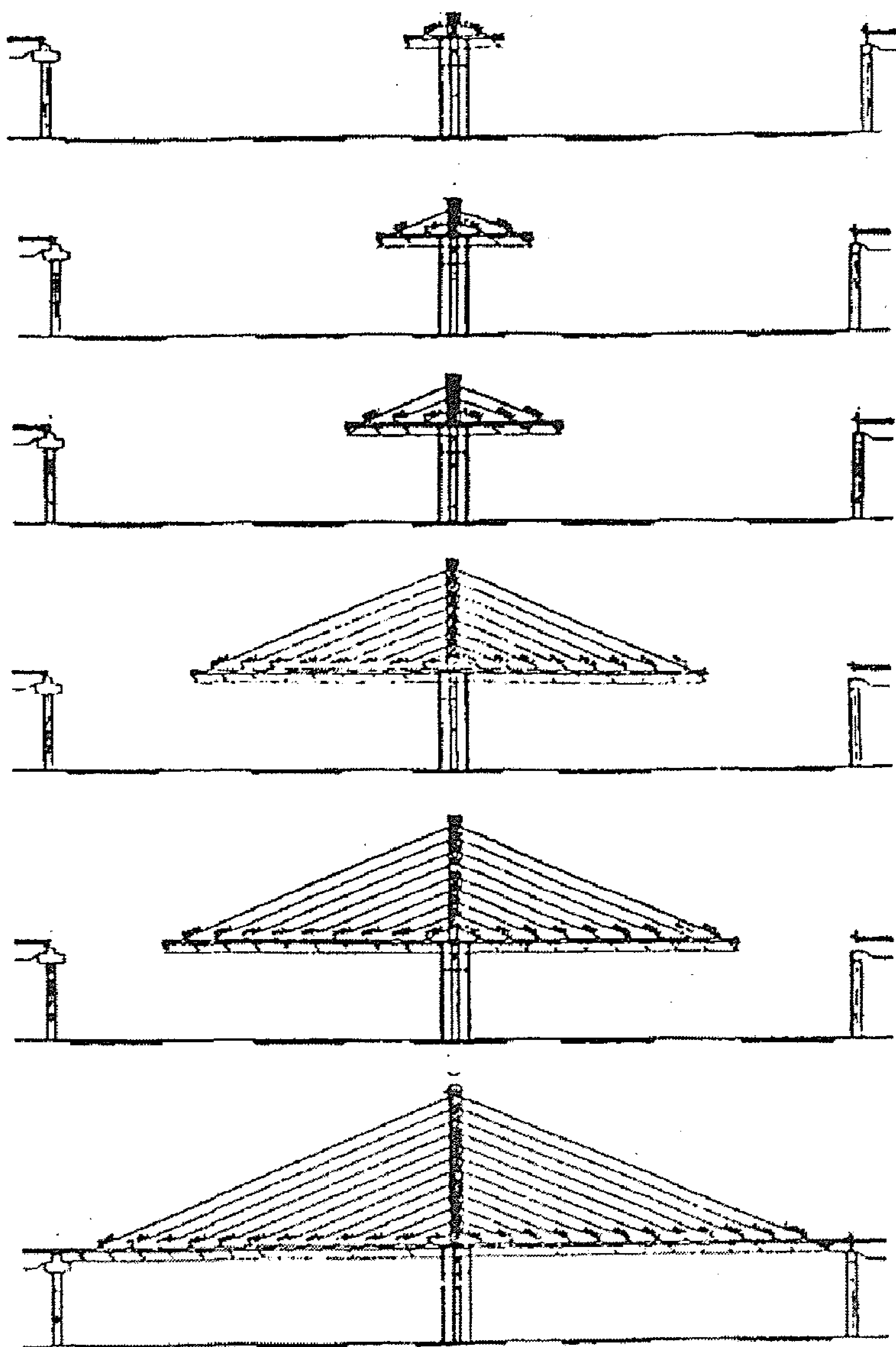
٨ – نبدأ عملية شد الكابلات بواسطة رافعة هيدروليكية حتي قوة الشد التصميمية – شكل (٣٨) .

٩ – يتم تحريك العربة الي الجزء التالي .

١٠ – يتم حقن الكابلات بمادة حقن خاصة .



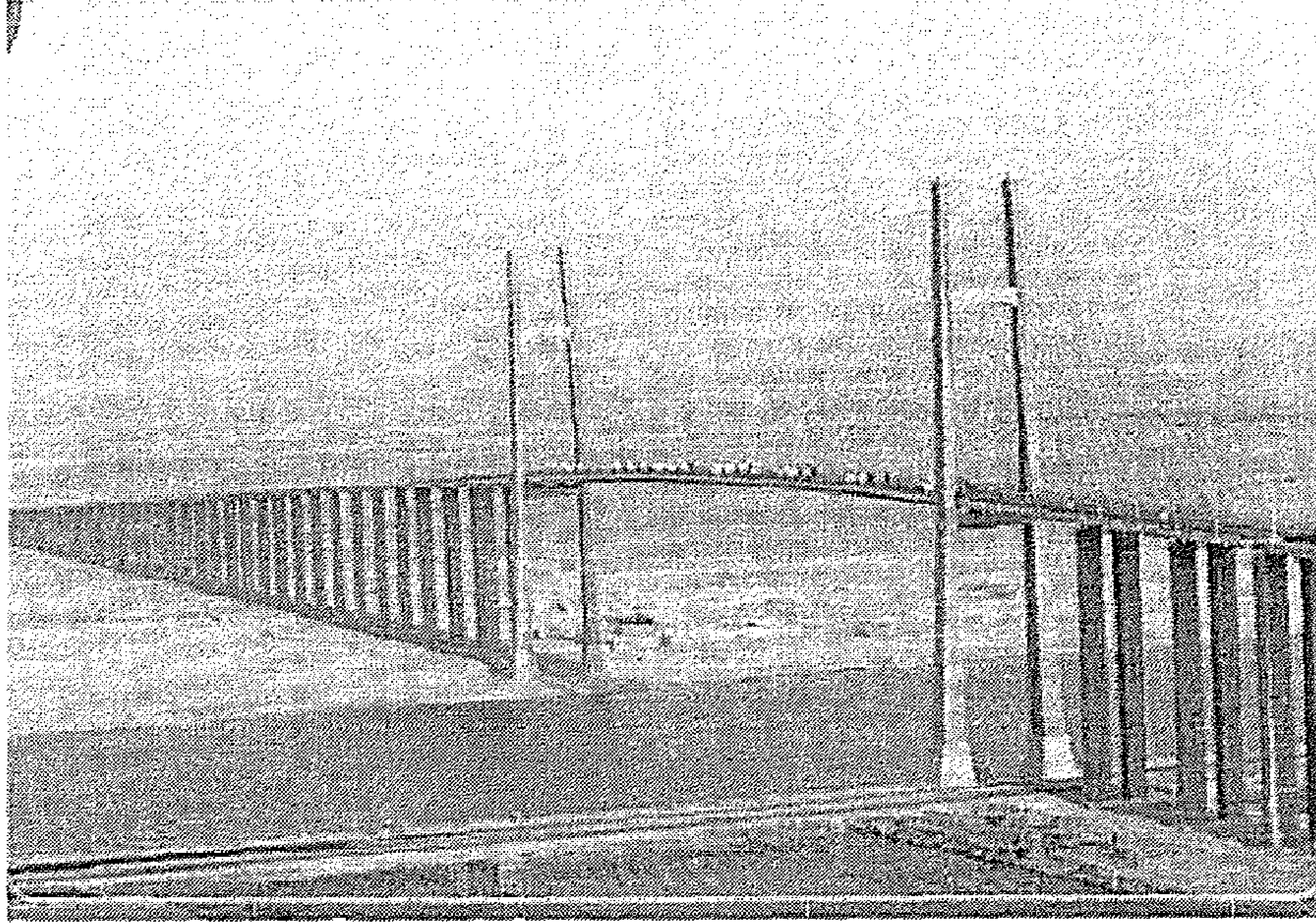
شكل (٣٧) تفاصيل البايلون والكوبري المعلق



شكل (٣٨) توالي التنفيذ في الكوبري المعلق

نماذج للكباري المعلقة المتميزة في العالم :

١ - كوبري مبارك المعلق فوق قناة السويس



شكل (٣٦)

كوبري مبارك المعلق فوق قناة السويس

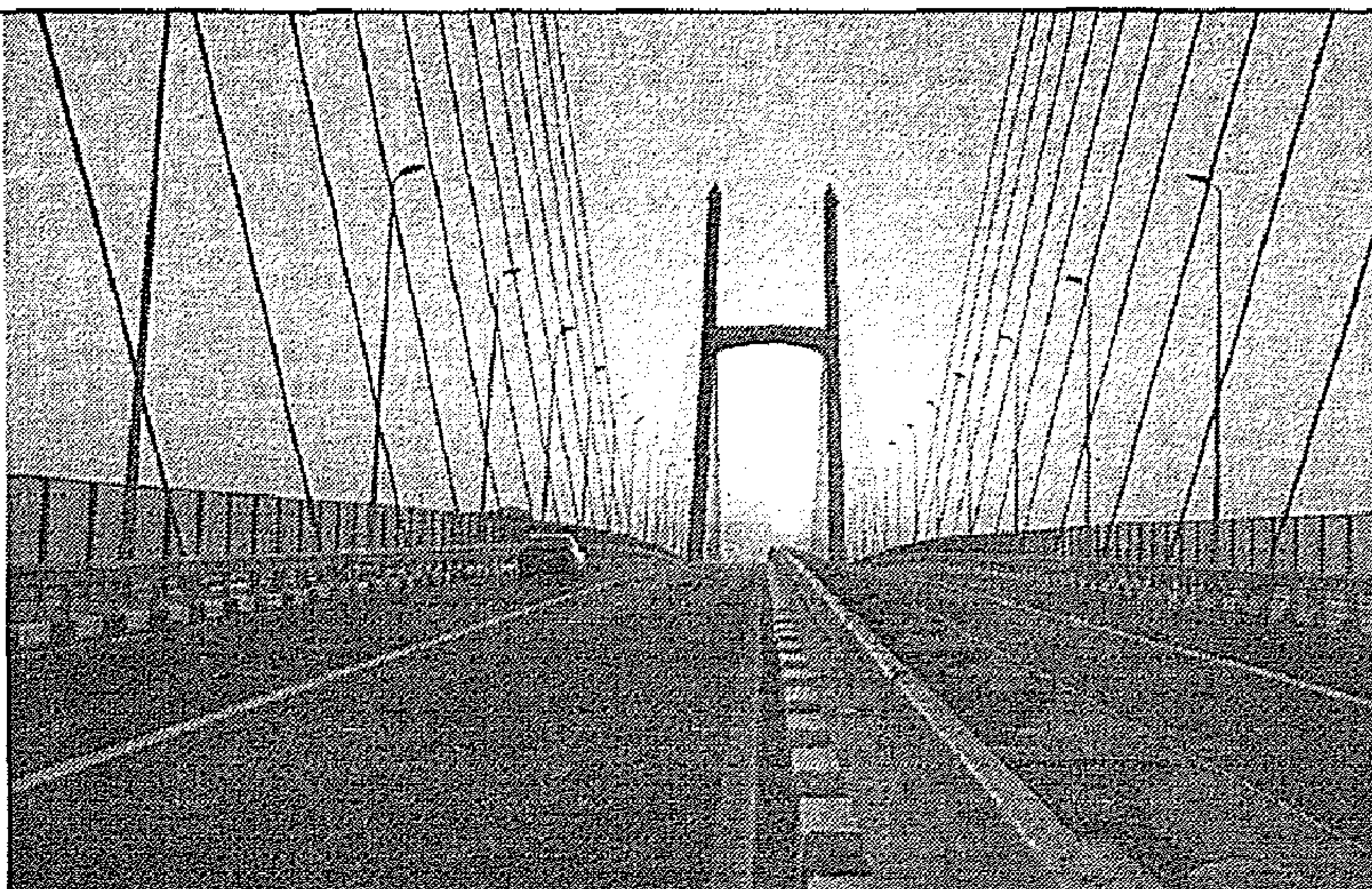
- الطول الأجمالي

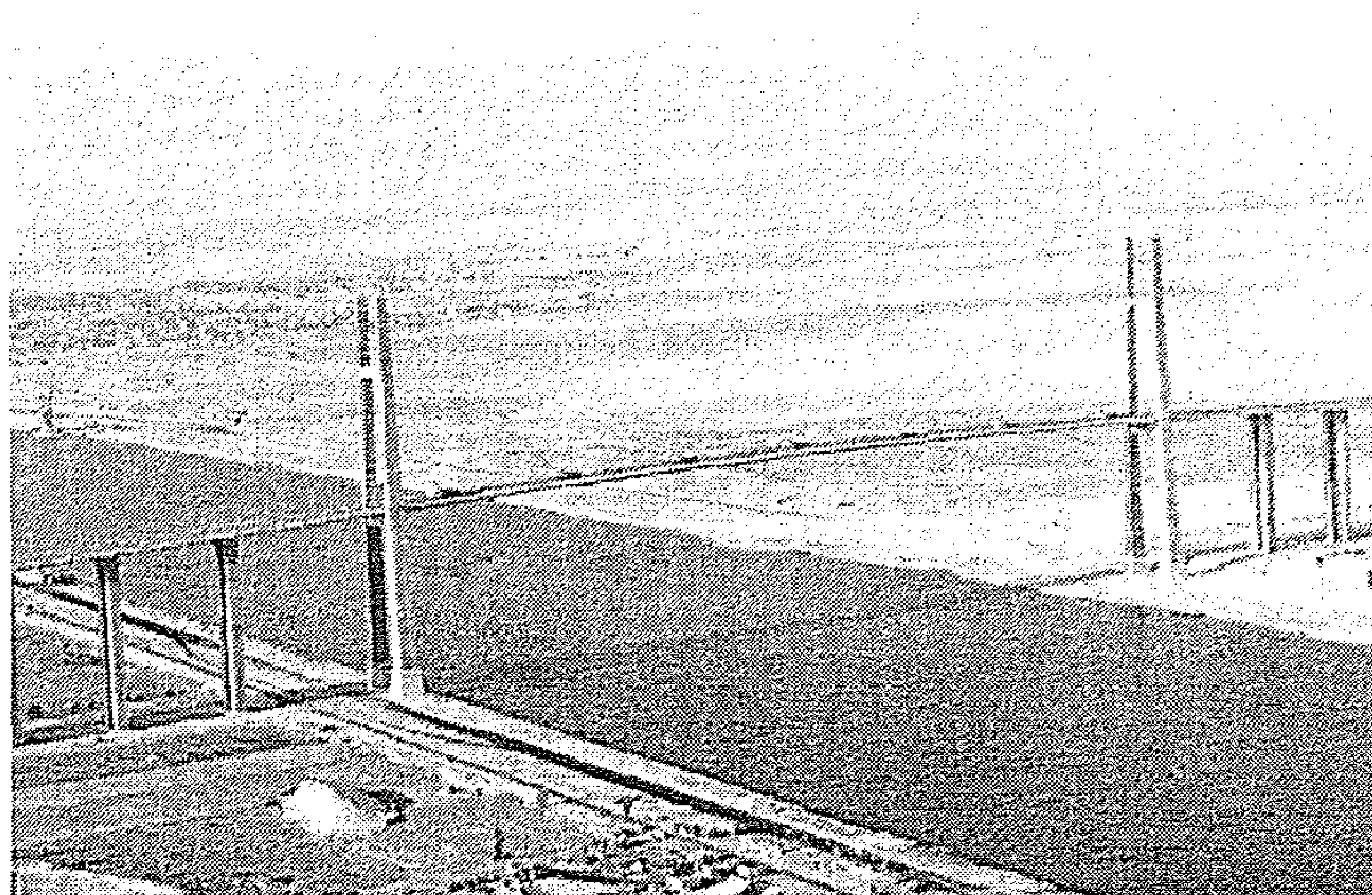
= ٩ كيلومتر : خمسة كيلومترات علي اليابسة وأربعة كيلو مترات جسر معلق .

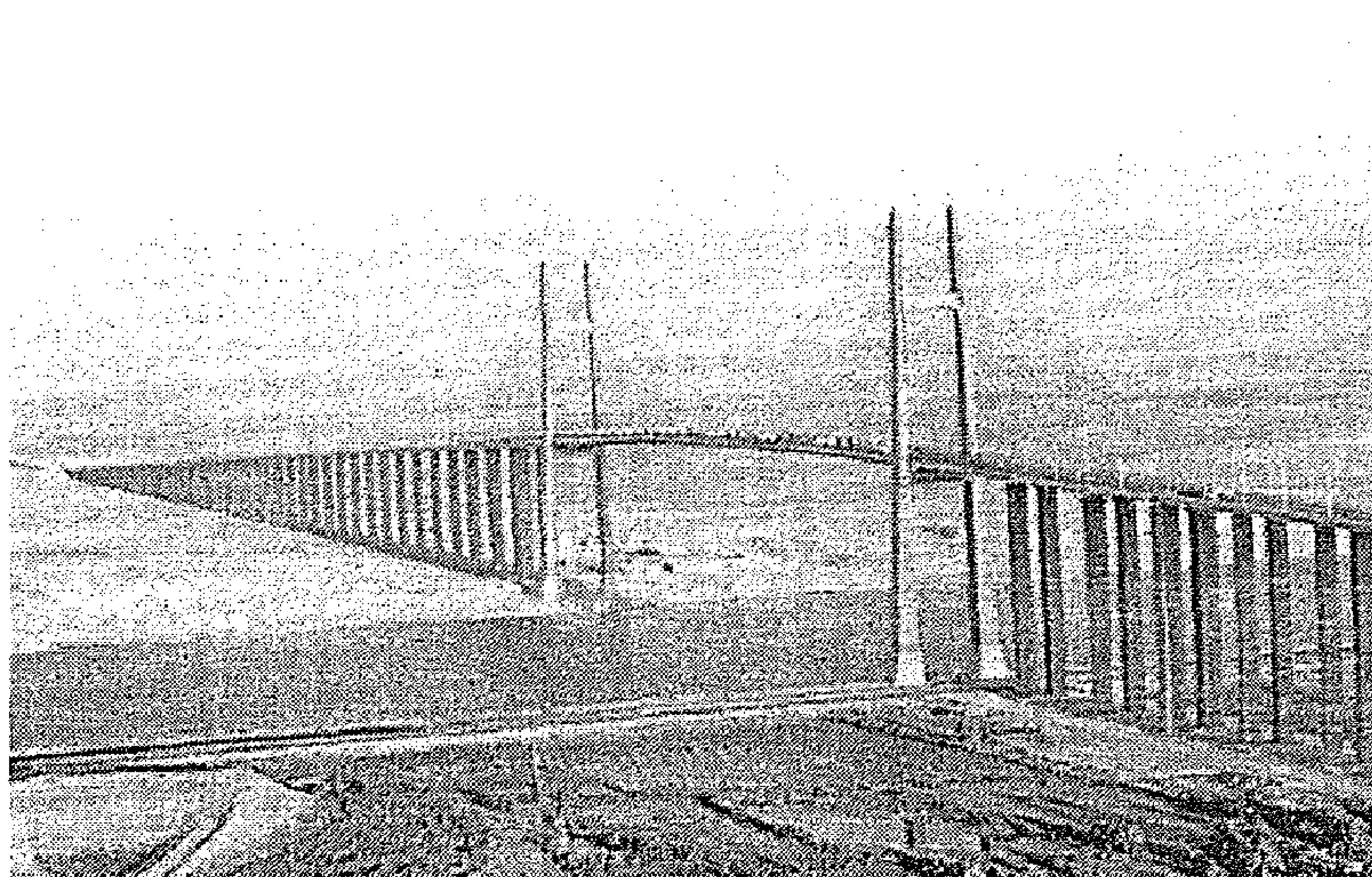
- التكلفة

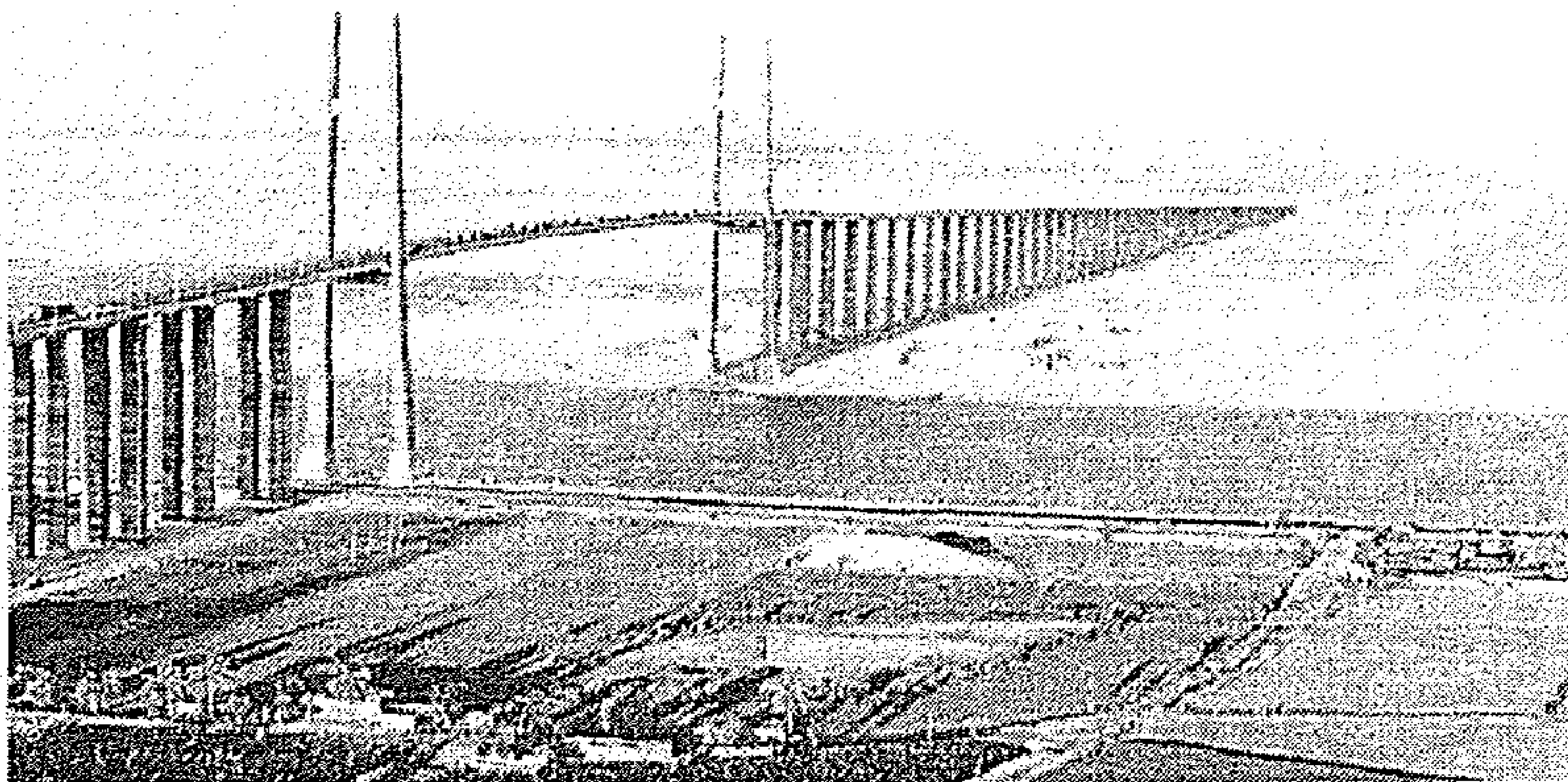
=٦٠٠ مليون جنيه مصري ، قامت اليابان بتمويل ٦٠% و جمهورية مصر ٤٠% .

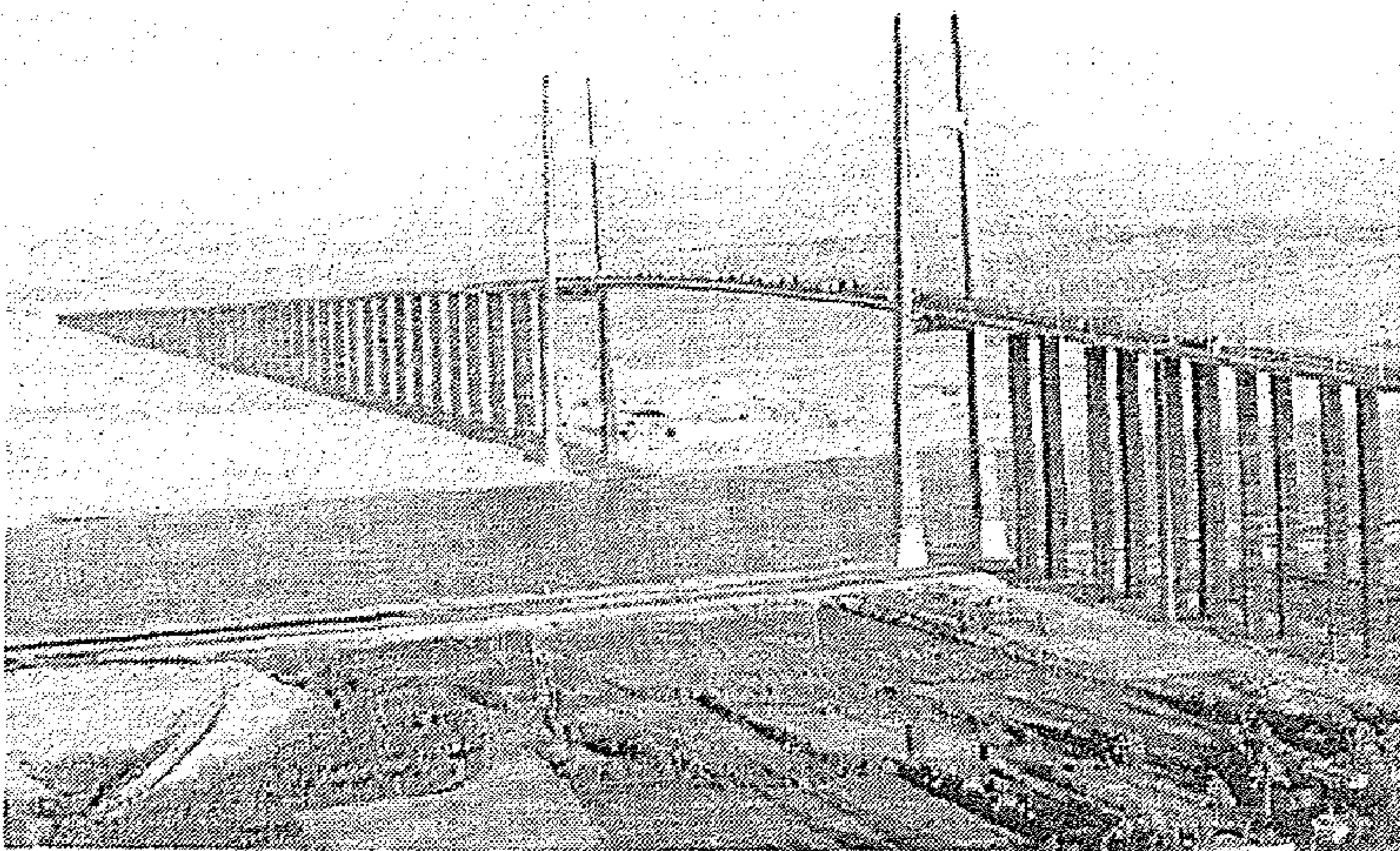
- عرض الكوبري = متر .
- أكبر فتحة ملاحية علي مجري القناة = ٤٠٤ متر .
- الأرتفاع فوق سطح الماء = ٧٠ متر .
- تاريخ البناء = عام ٢٠٠١ .

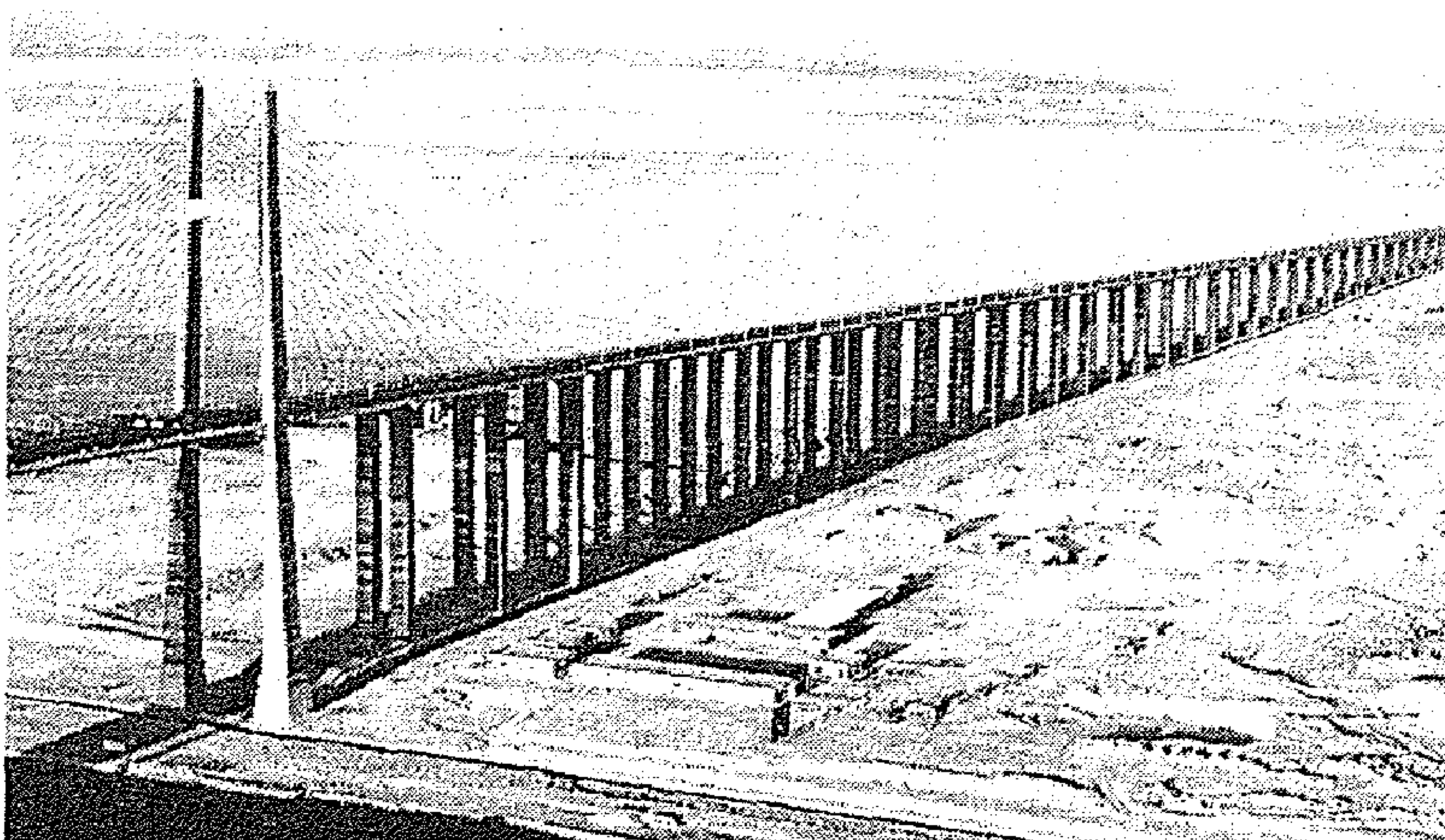














كوبري مبارك على قناة السويس

٢ – كوبري ٦ أكتوبر – غمرة – القاهرة :



كوبري ٦ أكتوبر – غمرة – القاهرة

الطول الأجمالي	= ١٣٤ متر .
عرض الكوبري	= ١٠,٩ متر .
تاريخ البناء	= ١٩٩٨عام .

٣ - كوبري جولدن جيت المعلق – سان فرانسسكو – الولايات المتحدة الأمريكية :



كوبري جولدن جيت – سان فرانسسكو – أمريكا

الطول الأجمالي = ٢٧٤٠ متر .

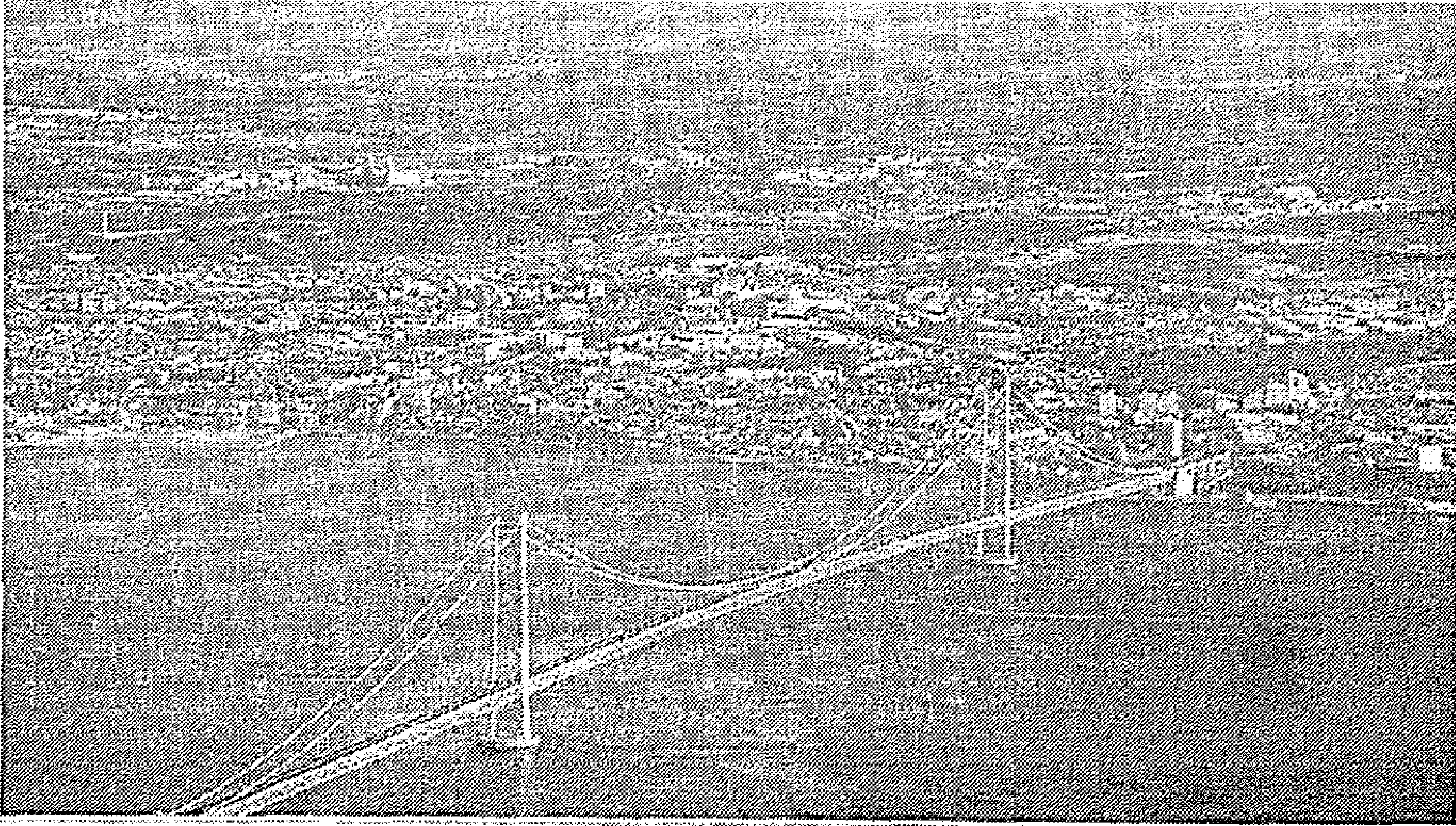
أكبر فتحة ملاحية =١٢٨٠ متر .

عرض الكوبري = ٢٧ متر .

الأرتفاع فوق سطح الماء = ٦٧ متر .

تاريخ البناء = عام ١٩٣٧ .

٤ - كوبري أكاشي كايوكو – اليابان :



كوبري أكاشي كايوكو – اليابان

الطول الأجمالي = ٣٩١١ متر .

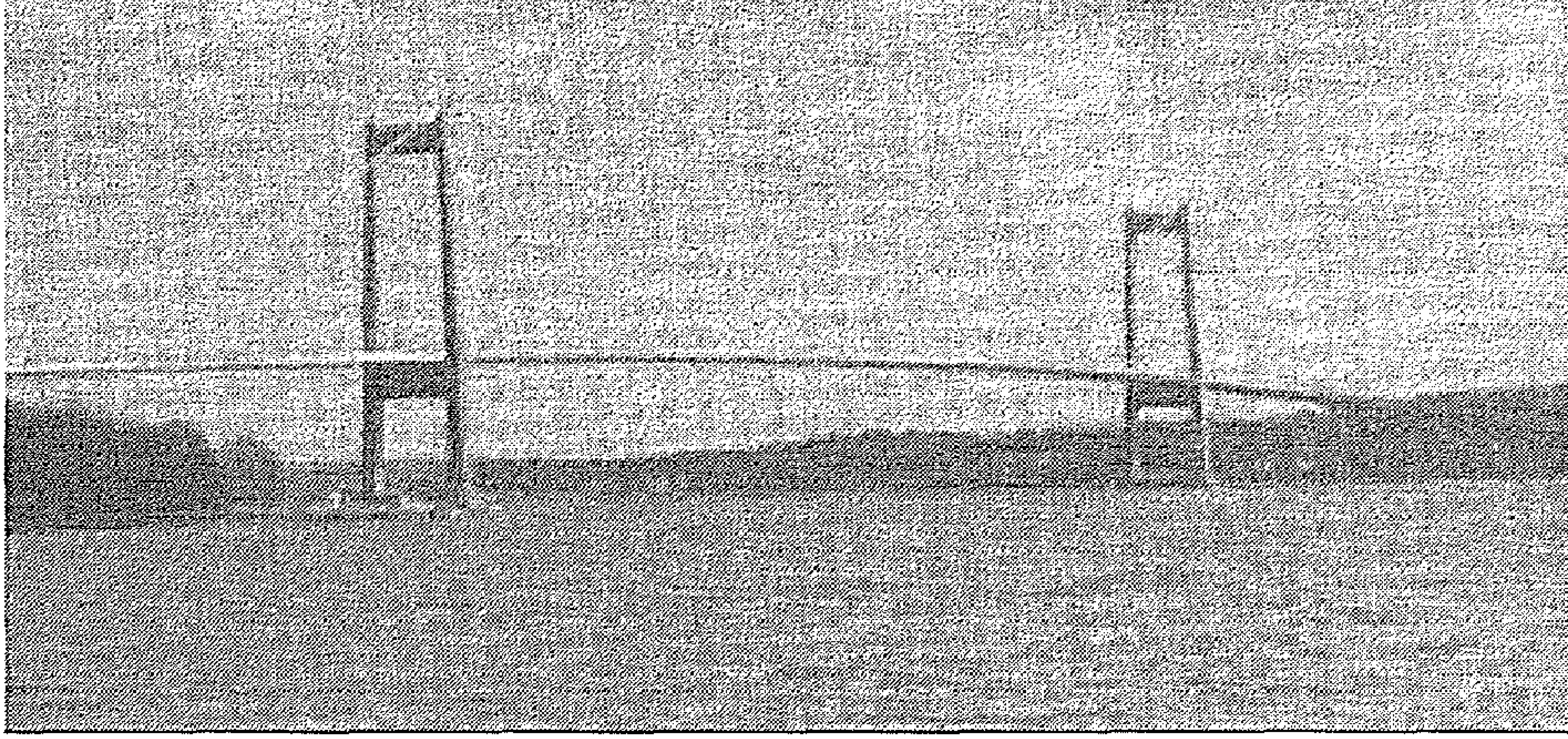
أكبر فتحة ملاحية = ١٩٩١ متر .

عرض الكوبري = ٦ حارات طرق .

الأرتفاع فوق سطح الماء = ٦٥,٧٢ متر .

تاريخ البناء = ١٩٩٨ .

٥ - كوبري ليتل بلت - الدنمرك :



كوبري ليتل بلت - الدنمرك

الطول الأجمالي = ١٧٠٠ متر .

أكبر فتحة ملاحية = ٦٠٠ متر .

الأرتفاع فوق سطح الماء = ٤٤ متر .

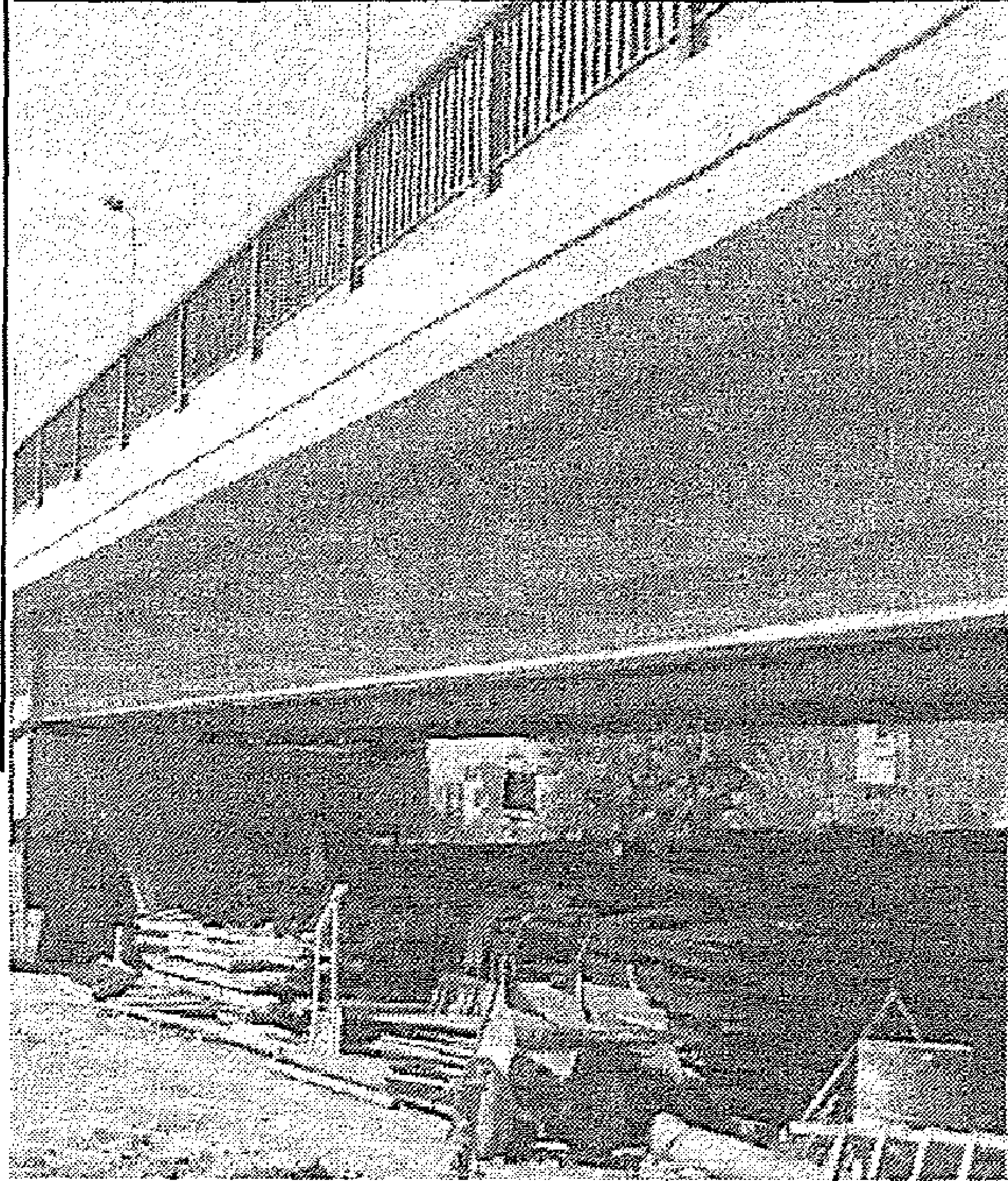
تاريخ البناء = عام ١٩٧٠ .

المراجع

١ - كتالوجات شركة المقاولون العرب .

٢ - معهد التدريب الفني والمهني - شركة المقاولون العرب .

٣ - كتالوجات شركة ليفت سلاب مصر .



الباب التاسع عشر

الخرسانة سابقة الأجهاد

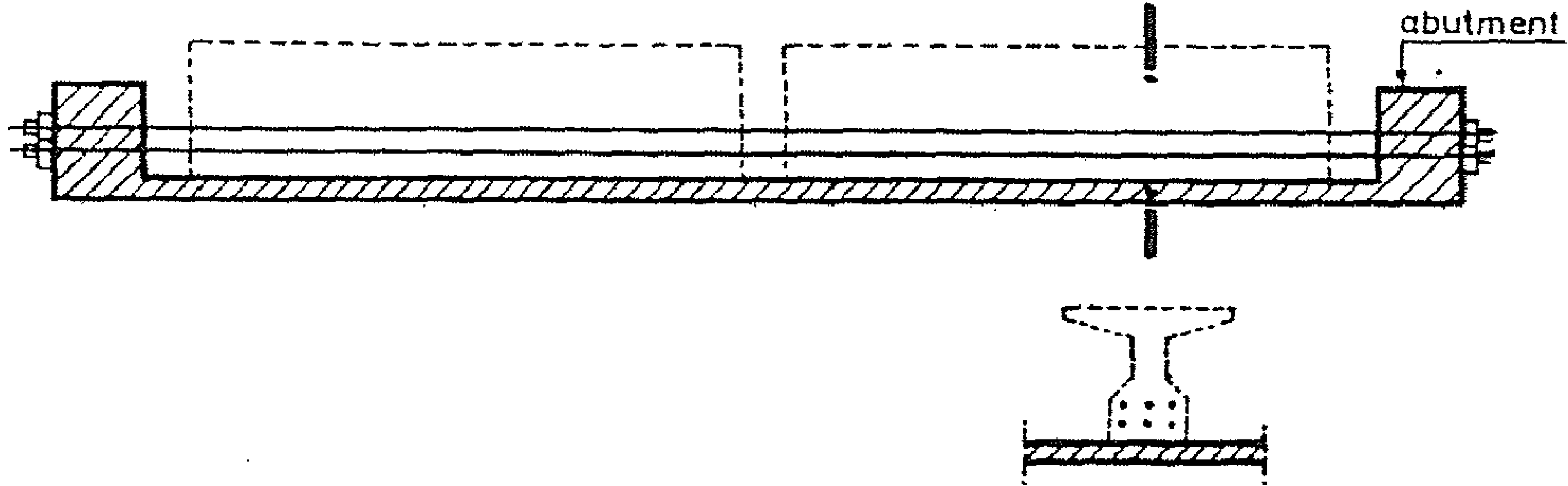
الخرسانة سابقة الأجهاد

في غالبية الكباري الخرسانية وخاصة الكباري ذات البحور الواسعة Spans تستخدم الخرسانة سابقة الأجهاد ، وهي خرسانة خاصة فائقة القوة ولذلك يتم أعطاء أهمية قصوي في صناعة هذه الخرسانة من حيث أختيار المواد وتصنيعها وأختبارها ...

أنظمة الخرسانة سابقة الأجهاد :

١- خرسانة ذات شد مسبق Pre-tensioned .

يتم شد الكابلا بين دعامتين (أكتاف قوية) منفصلتين باستطالة محسوبة في التصميم- شكل (١) قبل صب الخرسانة داخل الفرم . بعد الصب ووصول الخرسانة الي كامل قوتها ، يتم قطع الكابلات . بسبب محاولة رجوع الكابل الي وضعة الأصلي فإن ذلك يسبب ذلك قوة كبري في الكابل (ناتج من قوة تماسك الخرسانة مع الكابل) تنتقل الي الخرسانة مسببة سبق الأجهاد .



شكل (١) الشد المسبق

٢ - خرسانة ذات شد لاحق Post-tensioned .

وفيه يتم شد الكابلات بعد صب الخرسانة وتصلها ووصولها الي درجة مقاومة عالية . يمكن أيضا تطبيق نفس النظام علي الخرسانة سابقة الصب .

عناصر عملية سبق الأجهاد :

أولا : الخرسانة المسلحة سابقة الأجهاد :

نظرا لقوي الشد الهائلة المتولدة من الكابلات ، فإنه يقابلها قوي ضغط فائقة علي العضو الخرساني والذي يجب تنفيذه بأقصي كفاءة ممكنة :

- الأسمنت : يستخدم الأسمنت العادي أو سريع التصلد أو المقاوم للكبريتات أو البورتلاندي منخفض الحرارة أو البورتلاندي الأبيض . لا يسمح باستخدام أسمنت مضي عليه ٤ أسابيع في المخزن حتي لو كان التخزين سليما حيث يفقد الكثير من قوته . يجب أجراء أختبارات صلاحية عليه قبل أستخدامه .
- يجب أن يكون الركام متدرجا وخاليا من المواد الضارة بالخرسانة أو صلب التسليح ، وأن لا تقل نسبة الرمل عن ٤٠% من الركام الشامل في خرسانة الضخ .
- لا يزيد المقاس الأعتباري الأكبر للركام عن ٢٥ مم في الخرسانة سابقة الأجهاد .
- لا يقل معاير النعومة للركام الصغير عن ٢,٦ في الخرسانة سابقة الأجهاد .
- تعالج الخرسانة ٤ أسابيع كاملة .

رتبة الخرسانة هي مقاومة الضغط المميزة للخرسانة سابقة الأجهاد .

رتبة الخرسانة المسلحة (ن/ مم٢)	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠

١٠ نيوتن = ١ كجم قوة .

ثانيا : صلب التسليح للخرسانة سابقة الأجهاد :

ينتج هذا الصلب عالي المقاومة بأشكال متعددة هي :

١ – أسلاك الصلب عالية المقاومة (منتجة بالسحب علي البارد) .

٢ – جدائل الصلب عالي المقاومة – وهي مكونة من عدة أسلاك مجتمعة .

٣ – أسياخ الصلب عالي المقاومة .

تكون علي هيئة لفف وبوزن متوسط ٢,٧ طن .

عند تجميع عدة أسلاك أو جدائل في مسار واحد يطلق علي المجموعة حزمة أو كابل.

جدول (١) يوضح الأشتراطات الفنية لبعض الجدائل الشائعة :

جدول (١)

البيانات الفنية لمعظم جدائل الصلب المشهورة لبعض الدول

المواصفات القياسية لبعض الدول	رتبة الصلب (الجدائل)	القطر	مساحة المقطع	الوزن	الحمل			الحمل الأقصي
					حد الخضوع		حد المرونة	
					0.2%	0.1%	0.01%	
		مم	مم٢	كجم/م	KN	KN	KN	KN
ASTM USA	Grade 250 0.5"	12.7	92.9	0.73	-	1)136.2	-	160.1
	Grade 270 0.5"	12.7	98.7	0.775	-	1)156.1	-	183.7
	Grade 250 0.6"	15.24	139.3	1.094	-	1)204.2	-	240.2
	Grade 270 0.6"	15.24	140	1.102	-	1)221.5	-	260.7
British Standard	1770 Standard 0.5"	12.5	93	0.73	-	139	-	164
	1860 Super 0.5"	12.9	100	0.785	-	158	-	186
	1670 standard 0.6"	15.2	139	1.090	-	197	-	232
	1770 Super 0.6"	15.7	150	1.18	-	225	-	265
German Certificate of Approval	St 1570/1770 0.5"	12.5	93	0.73	146	-	2) 126	165
	St1570/1770 0.52"	12.9	100	0.785	157	-	2) 135	177
	St 1570/1770 0.6"	15.3	140	1.10	220	-	2) 189	248
	St 1570/1770 0.7"	18.3	200	1.57	314	-	3) 230	354
Euro Norm	1770 Standard	12.5	93	0.73	144	139	-	164
	1860 Standard	12.5	93	0.73	152	147	-	173
	1860 Super	12.9	100	0.785	163	158	-	186
	1770 Standard	15.2	139	1.09	204	197	-	232
	1770 Standard	15.2	139	1.09	216	209	-	246
	1770 Super	15.7	150	1.18	233	225	-	265
French Certificate of Approval	T 13-1860	12.5	93	0.73	-	154	-	173
	T 13 S -1860	12.9	100	0.785	-	166	-	186
	T 15-1770	15.2	139	1.09	-	220	-	246
	T 15 S-1770	15.7	150	1.18	-	236	-	265
NBN Belgium	12.7 N	12.4	93	0.735	140	-	-	165
	12.7 S	12.4	93	0.735	147	-	-	173
	12.7 Z	12.8	99	0.780	154	-	-	182
	15.2 N	15.3	140	1.10	194	-	-	229
	15.2 S	15.3	140	1.10	204	-	-	240

173	-	150	-	0.73	93	12.5	Fep 1860	NBN Netherlands
186	-	160	-	0.785	100	12.9	Fep 1860	
246	-	221	-	1.09	139	15.2	Fep 1770	
265	-	243	-	1.18	150	15.7	Fep 1770	
177	113	-	157	0.785	100	12.9	St 1570/1770 lg	OENORM
248	158	-	220	1.10	140	15.3	St 1570/1770 lg	

ملاحظات :

معامل المرونة لكل الجدائل = ١٩٥٠٠ نيوتن / مم٢ .

١ يعني الحمل عند أستطالة = ١ % .

٢ الجديلة في وضع أسترخاء بسيط .

٣ الجديلة في وضع أسترخاء عادي .

ملاحظات :

١ - يراعي أن تكون الكابلات أو الجدائل التي سيتم شدها في عملية واحدة و من شحنة واحدة .

٢ - لا يسمح باستخدام الكابلات الملتوية أو الجدائل المفككة .

ثالثا : أجربة الجدائل Tendon Ducts :

تكون الأجربة من الصاج (المجلفن أو العادة) ومن مادة غير قابلة للصدأ وأن تكون متينة بحيث تقاوم ضغط الخرسانة والحقن ولا يسمح بوجود تغير فجائي علي القطر . تورد هذه المواسير بطول ٦ متر ويتم توصيل بعضها ببعض بواسطة وصلة صاج أو بلاستيك . تزود هذه الأجربة بفتحات للتهوية علي مسافات لا تزيد عن ١٥ متر - جدول (٢) .

يتم التفتيش علي الأجربة للتأكد من سلامة وصلاتها خاصة الوصلة بينها وبين رؤوس التثبيت كما يتم التأكد من عدم وجود أية إنسدادات وذلك بأدخال هواء مضغوط داخل هذا الجراب . توضع هذه الأجربة بحيث يكون المسافة بين أي جرابين لا تقل عن ضعف القطر الداخلي للماسورة .

يجب أن يزيد القطر الداخلي للجراب عن قطر الكابل بمقدار ٦ مم علي الأقل ، وألا تقل مساحة الجراب من الداخل

عن مرتين ونصف من مساحة مقطع الكابلات .

جدول (٢)

الأقطار الداخلية لمواسير الحقن والتهوية

نوع صلب سبق الأجهاد	عدد الأسلاك والجدائل المكونة للكابل	أقل قطر داخلي لمواسير الحقن والتهوية (مم)	
		مواسير الحقن	مواسير التهوية
أسلاك قطر ٧ مم . (7mm Wires)	٩ – ٣٠	٢٠	٢٠
	٥٤	٢٦	٢٠
	٨٤	٣٣	٢٦
جدائل (Strands) قطر أسمي ١٢,٥ مم أو ١٢,٩ مم .	٧	٢٠	٢٠
	١٢	٢٠	٢٠
	١٨	٢٦	٢٠
	٣١	٣٣	٢٦
	٥٥	٤٠	٣٣
جدائل (Strands) قطر أسمي ١٥,٢ مم أو ١٥,٧ مم .	٥	٢٠	٢٠
	٨	٢٠	٢٠
	١٢	٢٦	٢٠
	١٩	٣٣	٢٦
	٣٧	٤٠	٣٣

يجري تثبيت الأجربة في مواضعها بكل دقة ويسمح بخطأ بمقدار ٥ مم للقطاعات الكبيرة و ٢ مم للقطاعات الصغيرة والبلاطات .

رابعا : المواسير البلاستيك داخل الأجربة Mandrill Pipes :

وهي مواسير قوية من البلاستيك تركب داخل المواسير الصاج لكي تصب حولها الخرسانة ، ثم تسحب المواسير البلاستيك مكونة فراغ تدكك منه الوايرات .

خامسا : رؤوس التثبيت Anchorage :

وهو الخاص بنقل الحمل من الكابل أو الجديلة الي الي العضو الخرساني . يراعي في تصميمها أن تسمح بتوزيع الأجهادات توزيعا منتظما في نهاية العنصر الخرساني وأن تحفظ قوة سبق الأجهاد مؤثرة .

الخابور Wedge :

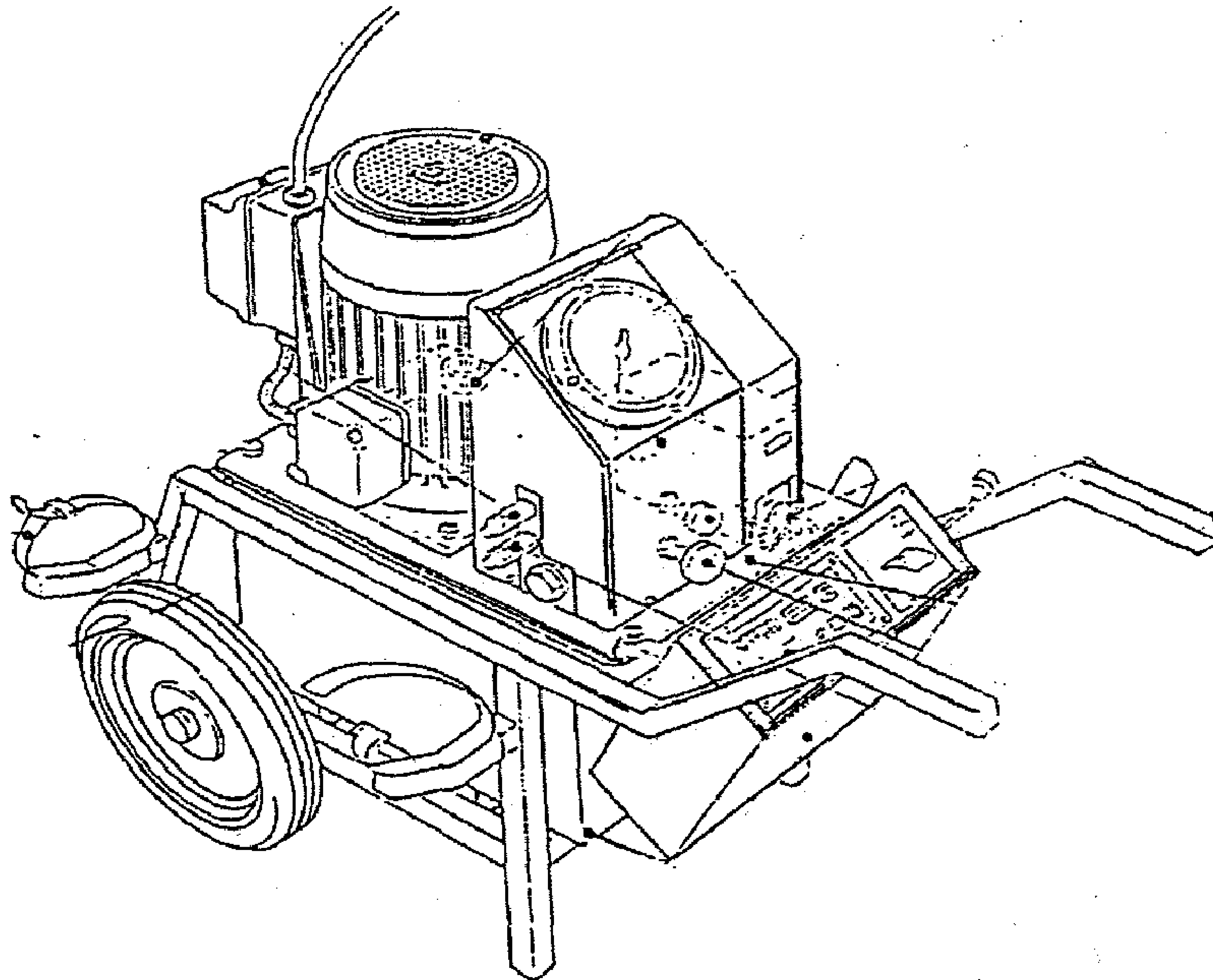
يتكون من ثلاثة فصوص مشرشرة أو فصان طبقا للنظام المستعمل . وترتبط الفصوص مع بعضها بسلك دائري للحفاظ عليها كمجموعة واحدة .

سادسا : المعدات الهيدروليكية :

وهي معدات تركيب وشد الكابلات وكذلك عملية الحقن وهي :

١ – طلمبة الهيدروليك :

هي طلمبة محمولة علي شاسيه و عجل لسهولة التشغيل في موقع العمل –شكل (٢) . ولهامحرك كهربائي بقدرة مناسبة – طلمبة هيدروليكية – مداخل ومخارج لزيت الهيدروليك المستخدم – فلاتر لتنقية الزيت – أذرع التشغيل والتحكم ...

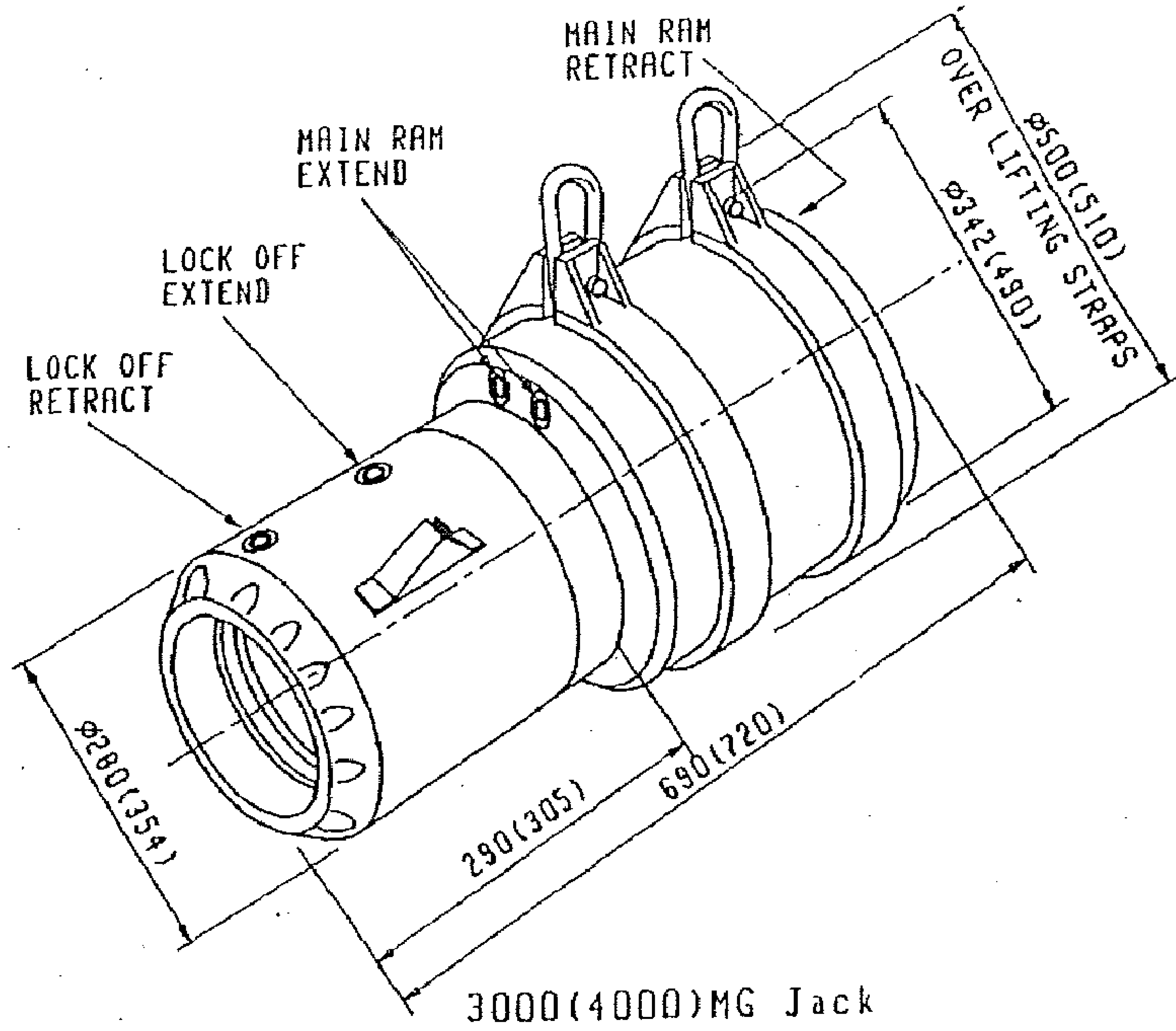


شكل (٣) ماكينة الهيدروليك

٢ – كوريك الشد :

يختلف من واحد الي آخر حسب عدد الكابلات وقطرها وقوة الشد . يصنع من سبيكة خاصة كي يتحمل الضغوط الكبيرة التي يتعرض لها . يتـصل بالكوريـك خـراطيم الضغط العالي الواصلة من طلمبة الهيدروليك .

ويتكون الكوريك من أسطوانتين مفرغتين تتحركان في أتجاهين متـضادين ، تعمـل الأسطوانة الأولي في أتجاه الشد والأسطوانة الأخري مركب في نهايتهـا طبـق بـه فتحات مخروطية يركب عليها خوابير الشد ووضعها في مكانها – شكل (٤) .

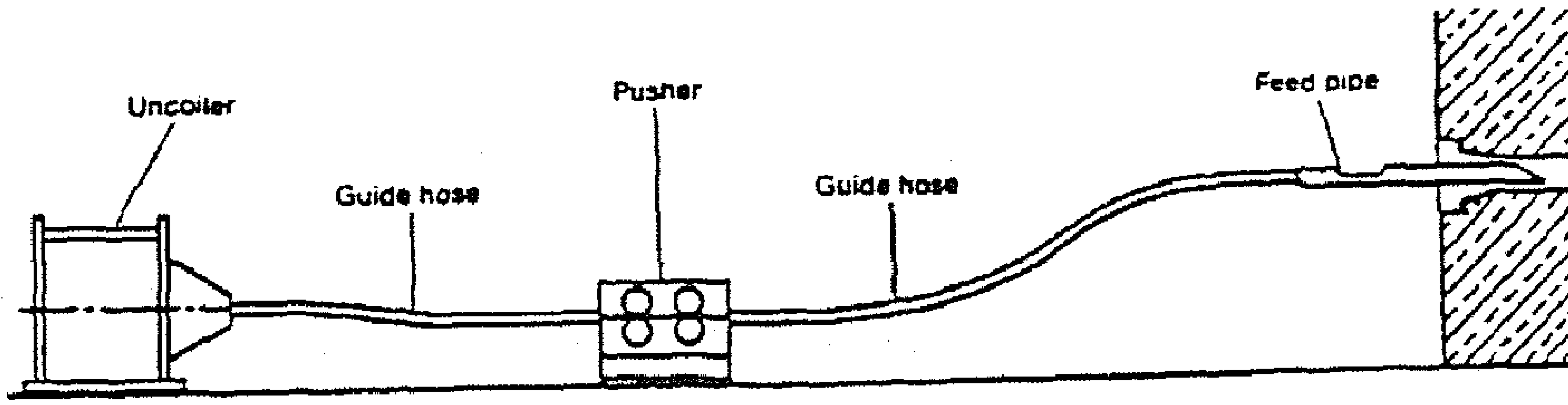


شكل (٤) كوريك الشد

٣– ماكينات تدكيك الكابلات :

يلزم العمل في تدكيك الكابلات في داخل الماسورة ، قوة كبيرة حيـث يـتم تـدكيك مجموعة من الكابلات قد تصل ١٩ كابل أو يزيد وقد تصل الأطوال الـي عـشرات الأمتار، ولذلك يستعان بماكينه تعمل هيدروليكيا أو ميكانيكيا لدفع الكابلات في مكانها .

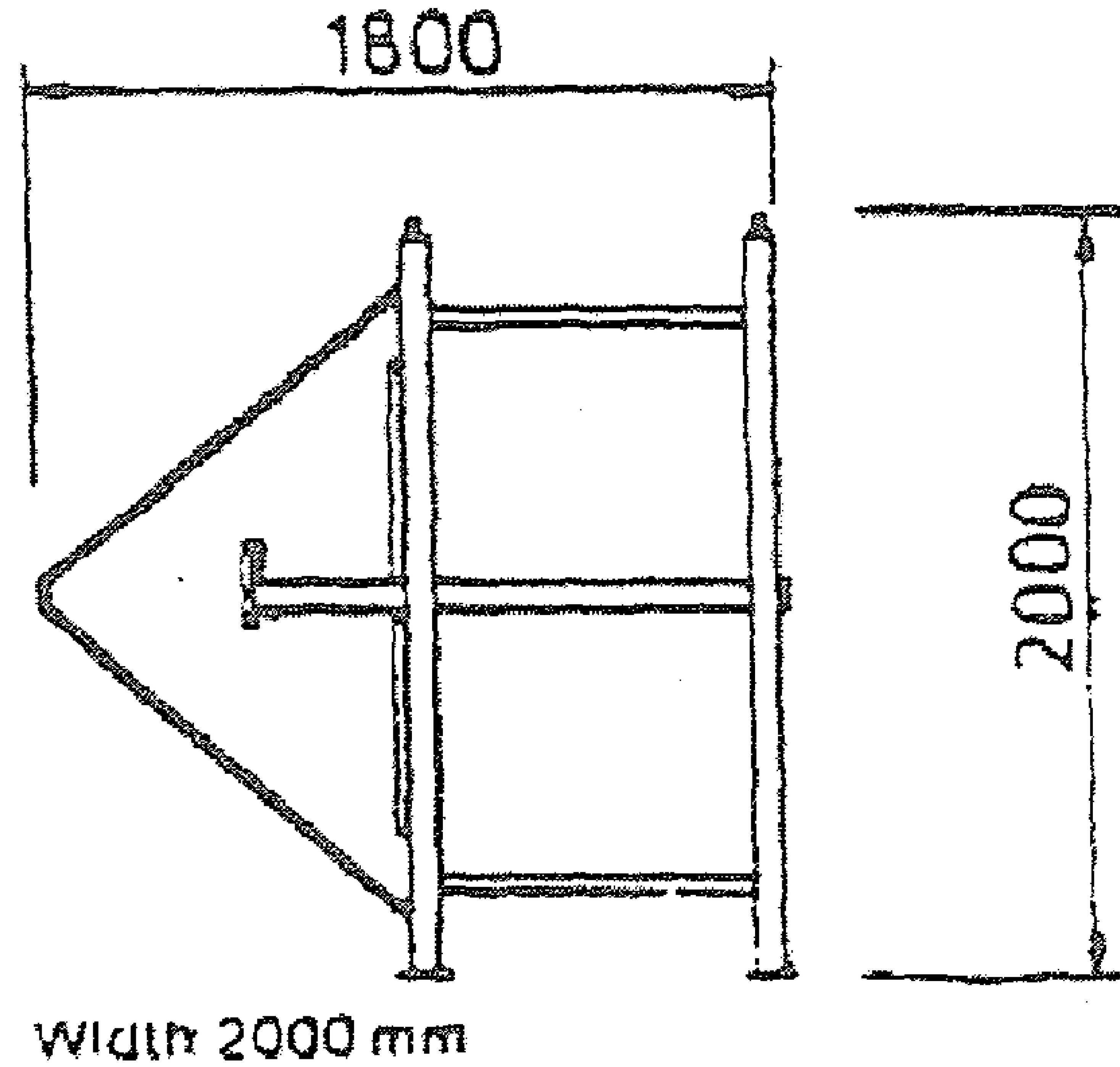
يقوم المحرك بتشغيل مجموعة من الدرافيل المتلاصقة تقـوم بـدفع الكابـل داخـل المواسير – شكل (٥).



شكل (٥) ماكينة تدكيك الكابلات

٤- حامل بكرة الكابلات :

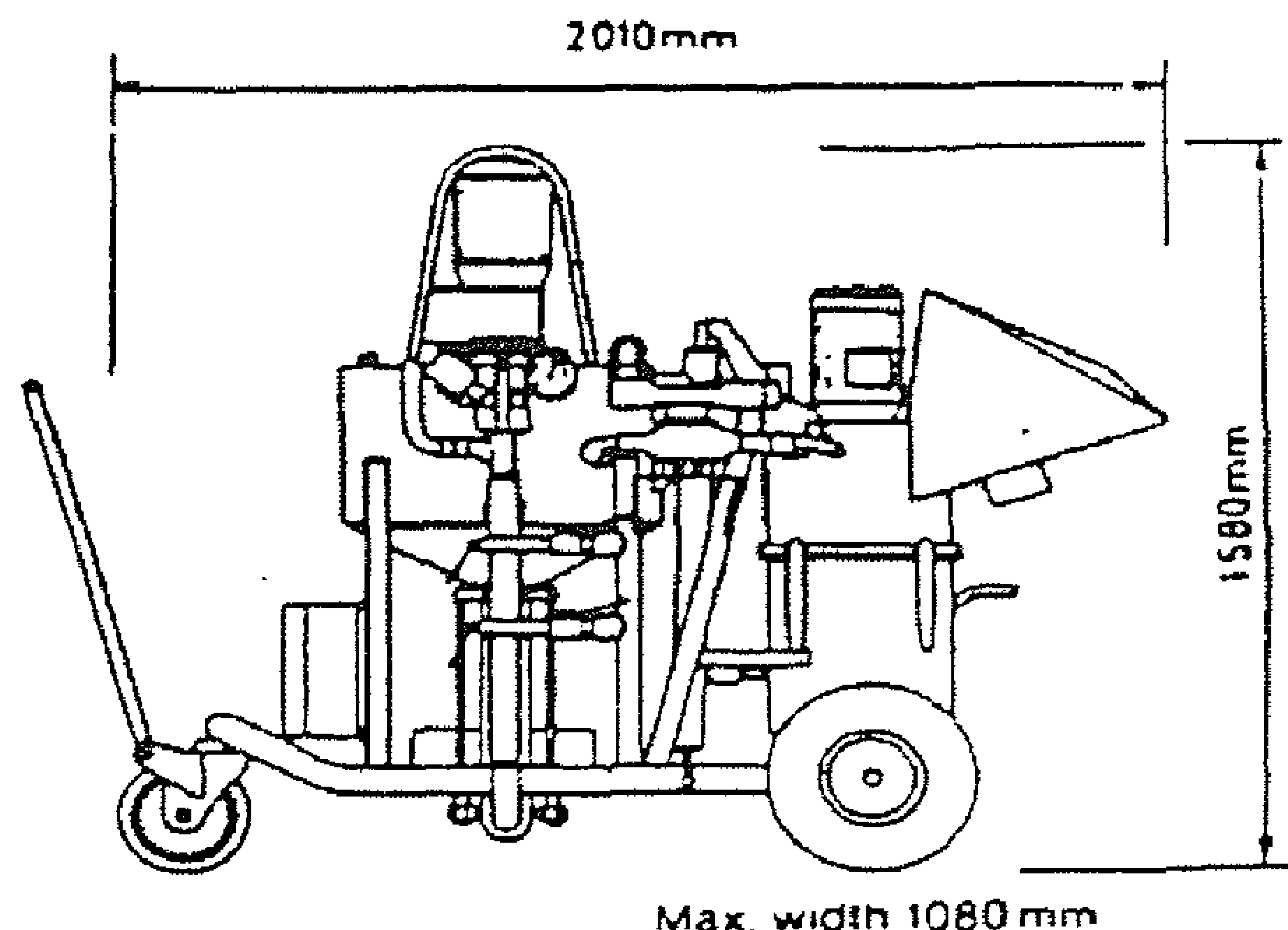
تكون الكابلات ملفوفة علي هيئة بكرة يصل وزنها الي ٢,٥ طن . هـــذه الكـــابلات مصنوعة من صلب عالي المرونة . لذلك لزم الأمر في وجود حامـــل لهـــذه البكــــرة لسهولة سحب الكابل وتدكيكه داخل المواسير - شكل (٦) .



شكل (٦) حامل الكابلات

٥- طلمبة حقن المونة :

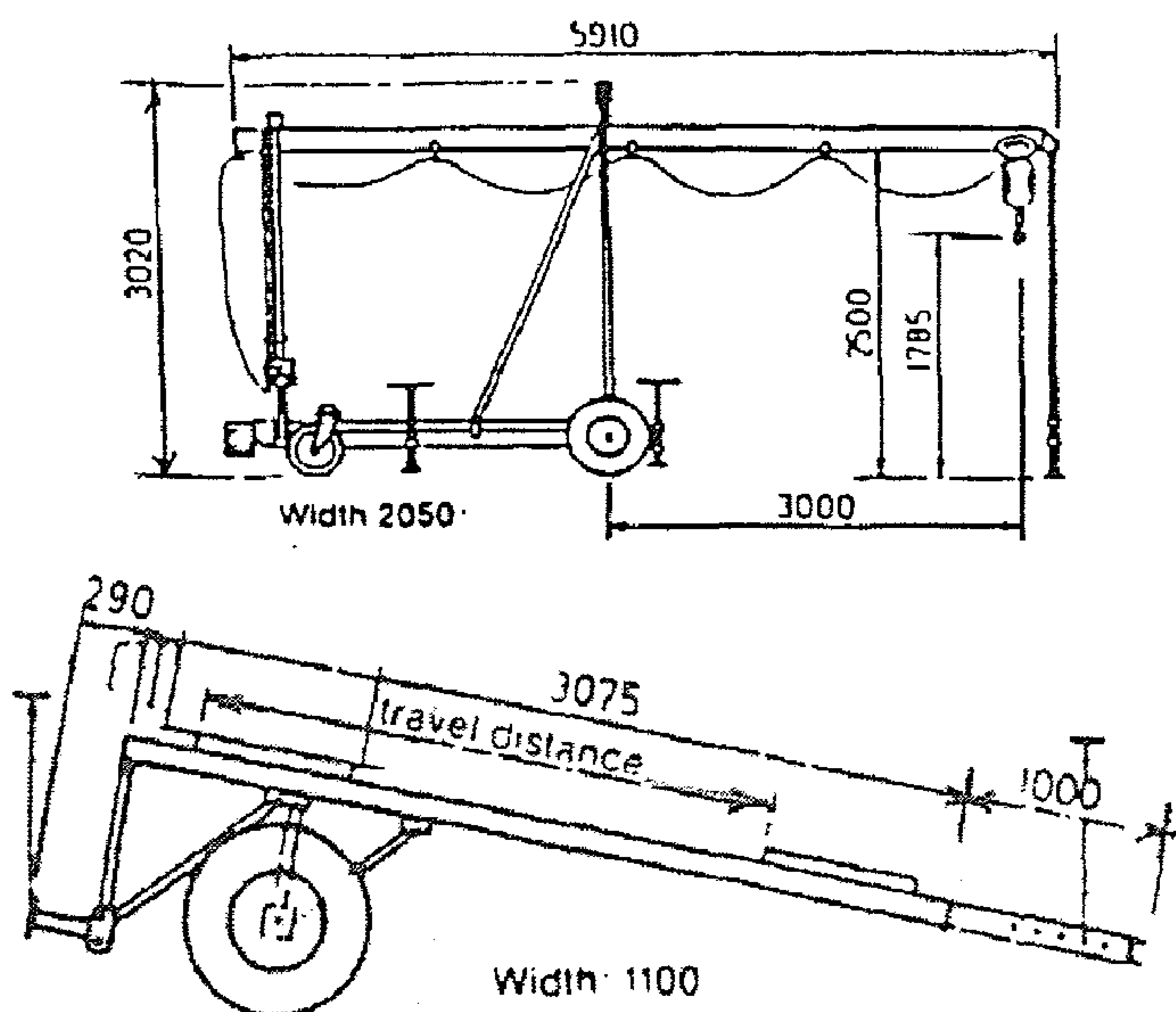
هذه الطلمبة مزودة بخلاط للمونة سعة حوالي ٤٥ لتر مكعب ثم طلمبة حقن تعمل علي ضغط مرتفع لدفع المونة الي المواسير بعد تمام عملية الشد . يقوم بتشغيل هذه الطلمبة محرك كهربي مناسب - شكل (٧) .



شكل (٧) ماكينة الحقن

٦ – حامل كوريك الشد :

تكون أوزان هذه الكواريك كبيرة وقد تصل ١٥٠٠ كجـم . ولـسهولة الأسـتخدام ، يستخدم حامل الكوريك . مصنع من كمر حديد ومزود بونش صغير حمولته حتـي ٥ طن . يعمل يدويا أو بالكهرباء كما أن هذا الحامل مزود بعجل لتـسهيل الحركـة – شكل (٨) .



شكل (٨) حامل كوريك الشد

٧ – بعض المعدات الأخري المساعدة بالورشة مثل مخرطة الكـابلات وماكينـة تصنيع المواسير .

عملية شد الكابلات Applying of Pre stressing

١ – يتم نجهيز المواسير بالورشة حسب الأقطار المطلوبة .

٢ – يتم تخطيط أماكن كراسي الكابلات حتي يتحدد شكل المنحني للكابل Profile وذلك عن طريق الأحداثيات X , Y , Z .

٣ – يتم لحام الكراسي الحديدية (وتفضل أن تكون من الحديد المشرشر حتي لا تزلق المواسير علي الحديد الأملس) في أماكنها المخططة وترص المواسير من أسفل الي أعلي وتتصل المواسير ببعضها مستخدمين وصلة بقطر أكبر وبطول ٣٠ سم مع الحرص ألا تكون هناك أي كسرات .

٤ – يتم تركيب الجراب Anchor Casing في الفرمة الخشبية Former Pocket الذي يكون عادة من الخشب ويثبت في الخشب مسامير مشحمة حتي يسهل فكها بعد ذلك مع أخذ هذا الجيب الميول المناسبة لدخول الكابل وكذلك الأخذ في الأعتبار أبعاد الكوريك التي تمكنه من الدخول للوايرات أثناء تركيبه في أعمال الشد .

٥ – يتم وصل مواسير الجراب عن طريق مخروط صاج أو بلاستيك حسب النظام المتبع ، تلف الوصلات بشريط لحام جيد ويراجع دائما .

٦ – عملية التدكيك : وفيها تركب الوايرات علي الحامل وتصل بداية الكابل بماكينة التدكيك . في مقدمة الكابل يتم تركيب قطعة معدنية مخروطية الشكل تسمي (الطلقة) تنطلق داخل الماسورة وتخرج من الناحية الأخري وتقف عملية التدكيك و يقطع الكابل بصاروخ قطعية .

٧ – تركب خراطيم الحقن في مكانها عند النهايات والمناطق العالية من الكابل .

٨ – تثبت الكابلات فوق الكراسي كل ١ متر بحد أقصي بسلك رباط مزدوج مع تثبيتها بأسياخ خفيفة حتي لا تعوم مع صب الخرسانة .

التجهيز لعملية الشد :

أ – تزال الفرمة الخشبية Pocket Former بعد أنتهاء الصب بيوم .

ب – يوضع بلتة الخوابير Wedge Plate في موضعها مع مراعاة عــدم تقــاطع الويرات مع بعضها .

جـــ – بعد تكسير مكعبات الخرسانة للتأكد من وصولها للأجهادات المطلوبة يــتم وضع الخوابير في كل واير مع تشحيم الخوابير مع الدق الخفيف عليها .

د – يركب الكوريك ويتم الشد حسب القوة المطلوبة . تحسب الأستطالة في الكابل عند القوة النهائية وتقارت بلتصميم .

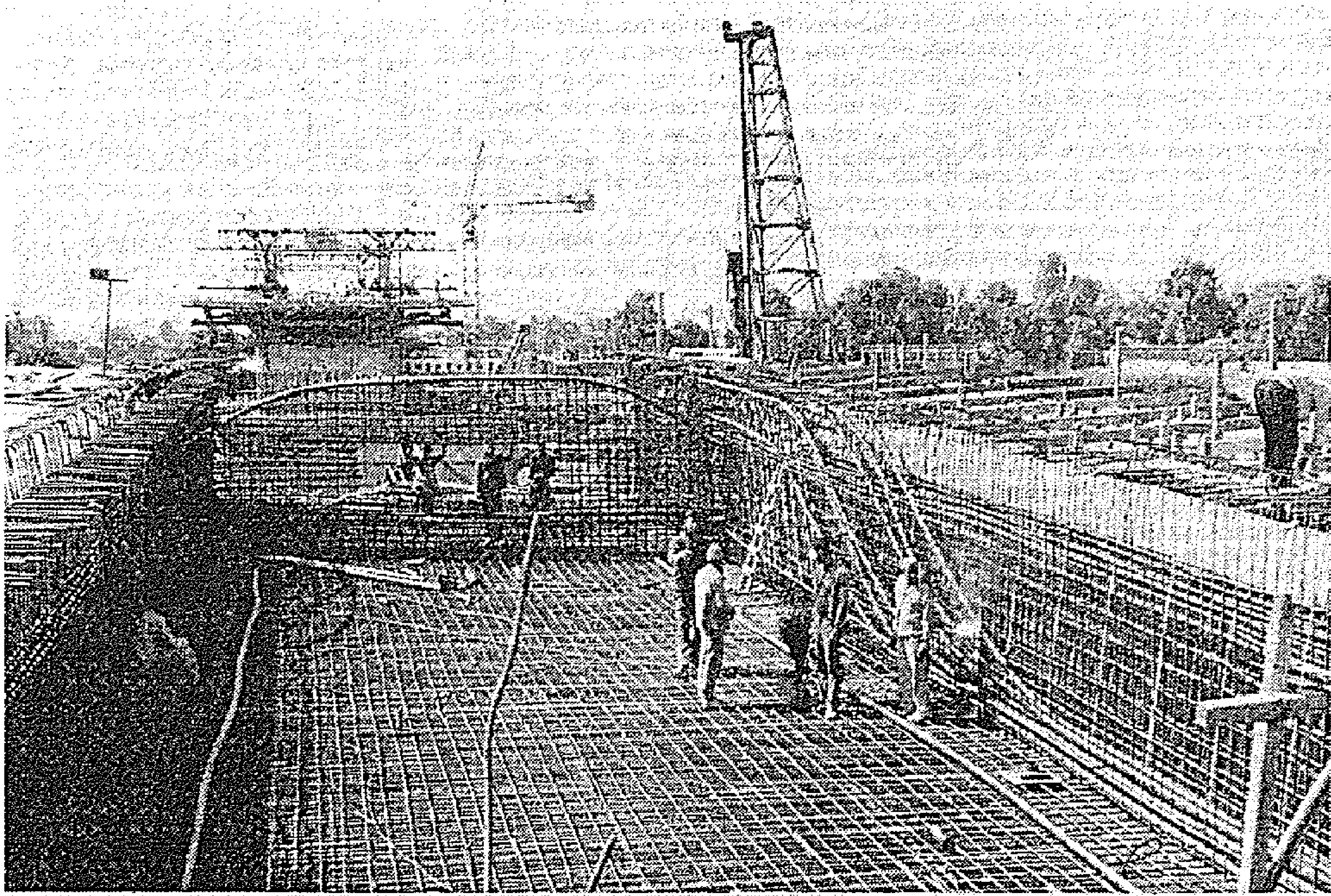
هـــ – بعد ثبات الخوابير في مكانها النهائي ، نخرج الكوريك من مكانه .

أعمال الحقن :

أ – يضغط هواء بالكابل لخروج أي أتربة ولضمان عدم وجود أنسداد به .

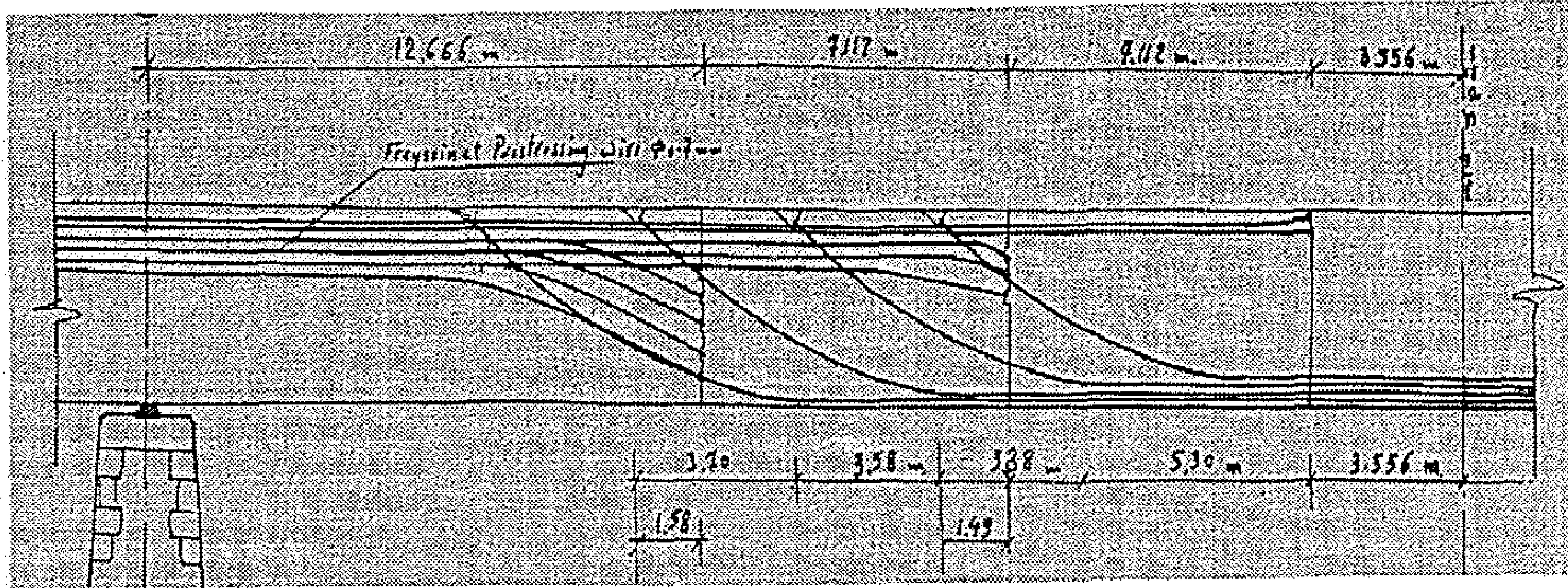
ب – يضخ اللباني حتي يخرج من فتحات التهوية وتقفل فتحات خراطيم الهــواء . يتم الحقن من أوطي نقطة بالكابل.

شكل (٩) يوضح رص الكابلات في أحد مشروعات الكباري .

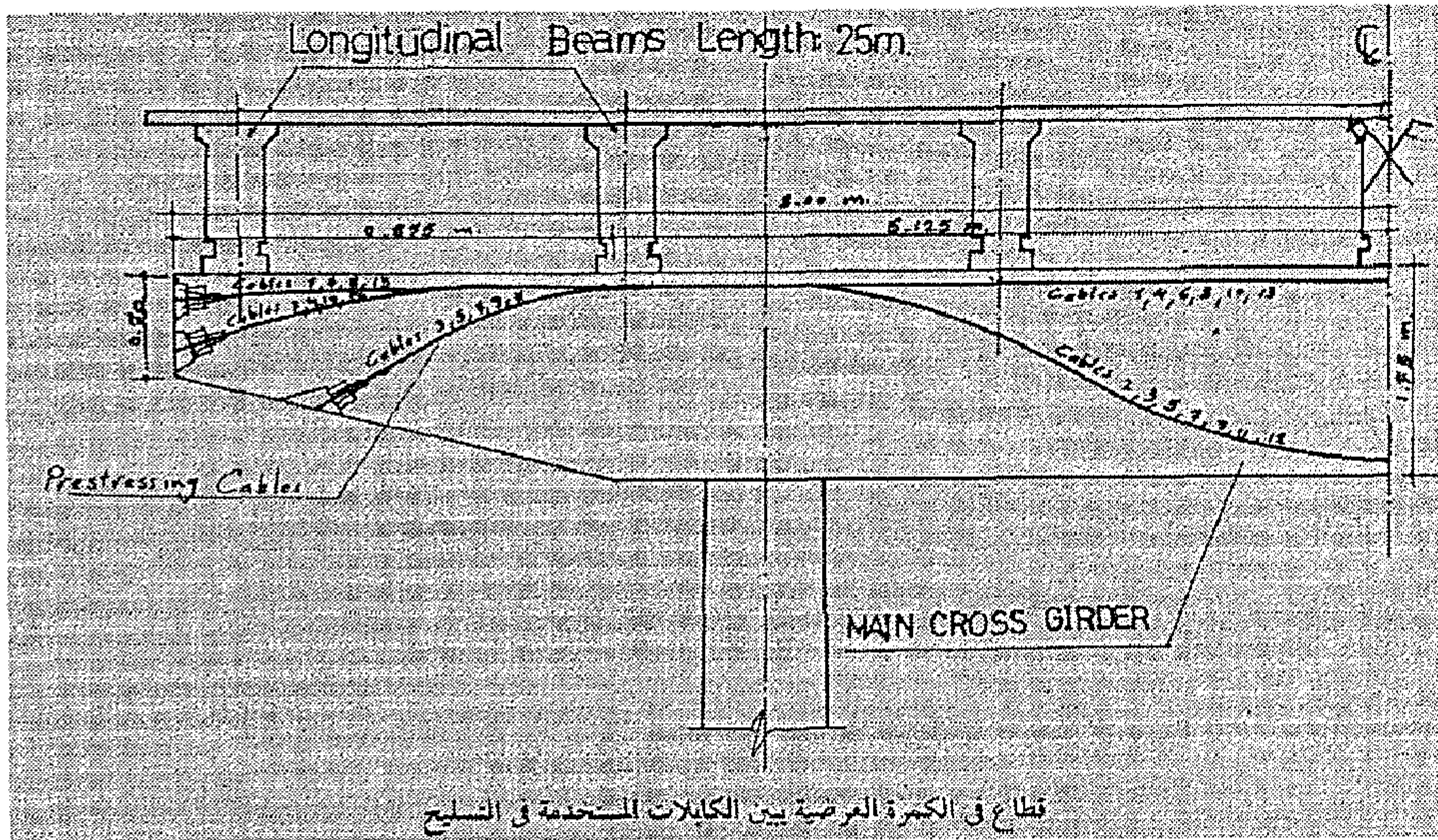


Reinforcement of the lower slab and webs

شكل (٩) عملية رص وتثبيت الجراب في موضعه بالكمرة لأحد الكباري



شكل (٩) قطاع طولي في الكمرة الطولية يبين تفاصيل تسليح الكابلات السابقة الأجهاد



شكل (٩) قطاع في الكمرات العرضية لأحد الكباري تبين تفاصيل الحديد سابق الأجهاد

عملية الحقن :

يجب أن تكون مونة الحقن من الأسمنت والرمل (يمر من منخل ١,١٨) وكذلك الأضافات إذا كانت ستحسن من كفاءة مونة الحقن وبشرط أن تكون خالية من الكلوريدات والنترات والكبريتات وألا تقل مقاومة المونة عن ٣٠ نيوتن / مم٢ بعد ٢٨ يوم . يجب أن تحقق الأضافات المضافة الي مونة الحقن ما يلي :

- التشغيلية الجيدة Workability.
- القوة Strength.
- غير قابلة للتشرخ Non Shrinkage

يجب أجراء عملية الحقن بسرعة بعد أجراء عملية الشد للكابلات لمنع حدوث صدأ للكابلات ، كما يجب أستخدام مونة الحقن خلال نصف ساعة من الخلط إلا في الحالات التي يستخدم فيها أضافات لتلأخير زمن الشك . يراعي أن يجري الحقن بحيث يملأ الأجربة بأكملها وباستخدام مضخات ذات قدرة مناسبة بحيث تضخ بمعدل ٦ – ١٢ متر / دقيقة في حالة الأجربة الأفقية . يكون الحقن مستمرا وبطيئاحتي لا يحدث إنفصال في مكوناته خاصة في الأماكن التي بها أختناقات وبتم أغلاق فتحات التهوية تباعا مع ملء الأجربة مع الأحتفاظ بضغط = ٠,٥ نيوتن / مم٢ لمدة ٥ دقائقبعد غلق آخر فتحة تهوية .

أما بالنسبة الي الأجربة الرأسية فيتم أستخدام طلمبات يمكنها ضغط ٢ – ٣ متر/ دقيقة عند ضغط ٢ نيوتن / مم٢ .

الشدادت الخلفية لصلب جوانب التربة والصخور السابقة الأجهاد

Rock & Soil Anchors

الشداد الأرضيSoil Anchor هو عضو إنشائي ينقل قوي الشد بالمنشأ الي الأرض الطبيعية التي تقاوم هذه القوي عن طريق أجهاد القص بالتربة Shear Strength .

يتكون الشداد من ويرات (أسلاك) من الصلب المسحوب علي البارد والفائق المقاومة High Strength Steel Tendons وبالميل التصميمي و المحاطة بمواد الحقن لمقاومة القوي المؤثرة بالمنشأ بأمان . يجب عزل هذه الوايرات ضد الصدأ .

مجالات أستخدامات الشدادت الخلفية :

١ – تقوية وتثبيت التربة .

٢ – الحوائط الساندة سواء كانت حوائط لوحية Diaphragm Walls أو خوازيق متماسة Secant Piles أو ستائر معدنية Sheet Piles.

٣ – تجارب تحميل الخوازيق .

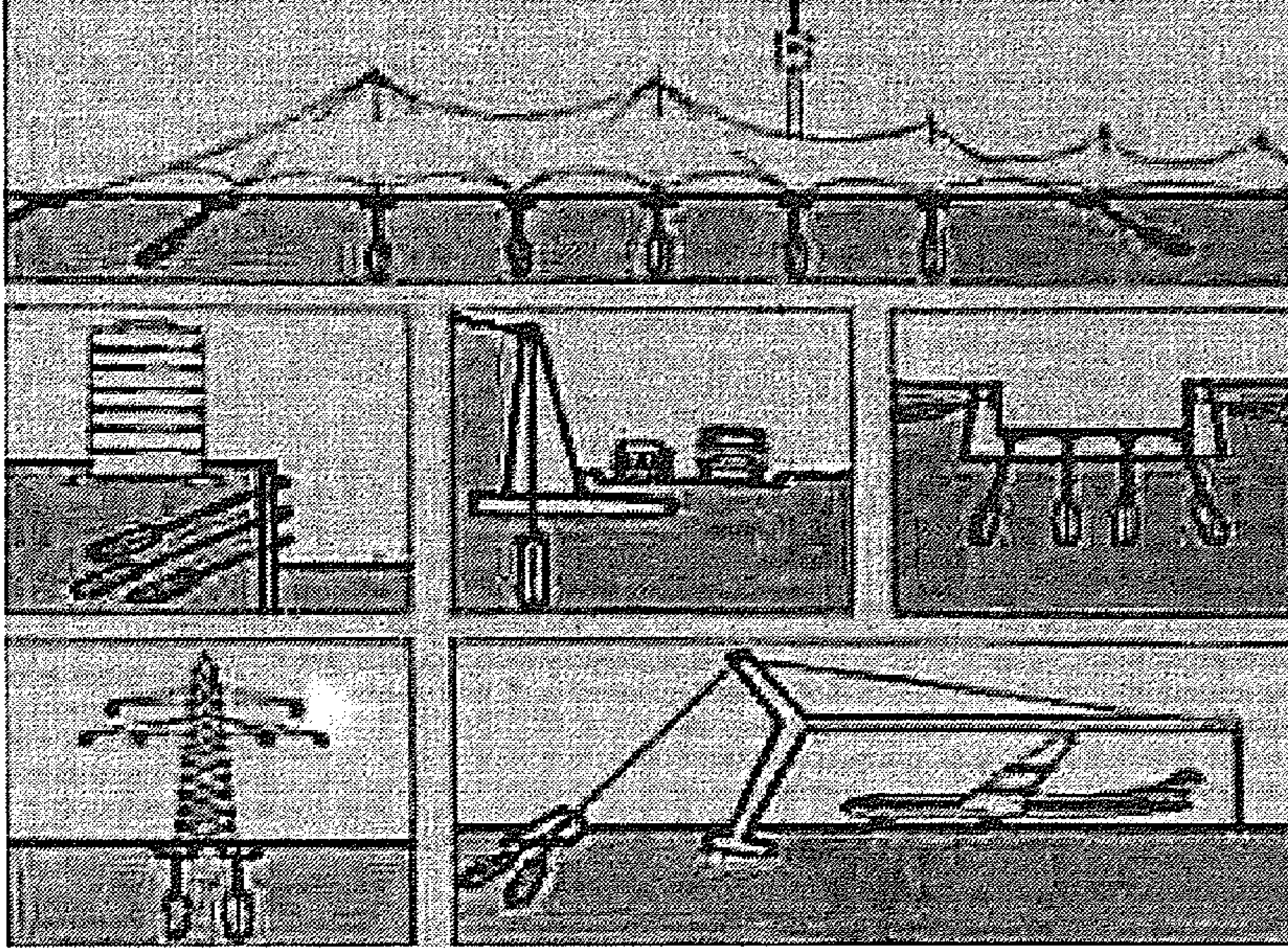
٤ – تقوية الجوانب الصخرية الضعيفة في مشروعات الأنفاق .

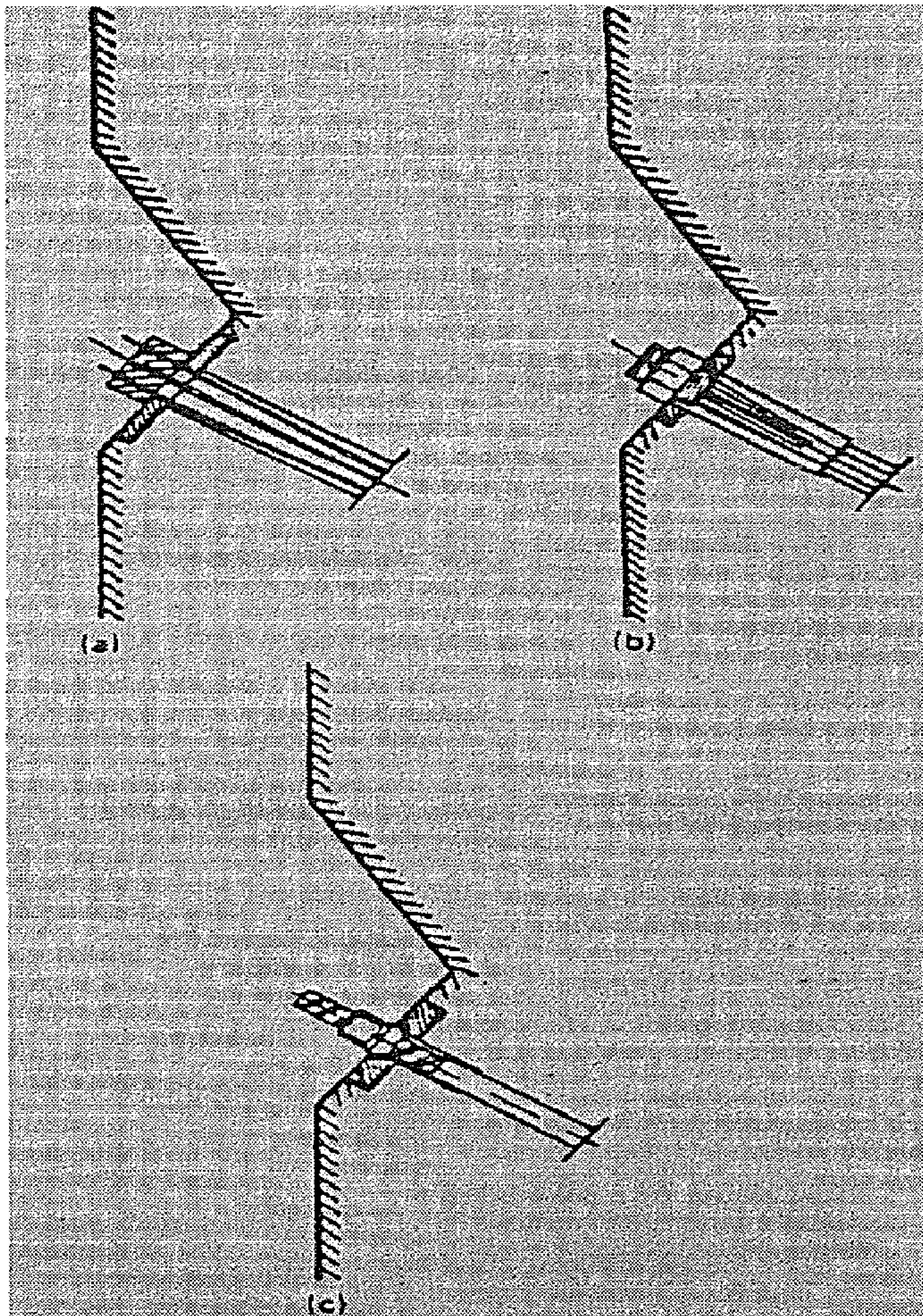
٥ – تستخدم في رباط لأساسات للمنشآت المعرضة لقوي رفع مائية Up Lift في طبقات الأرض السفلي. بعض تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية– شكل (١٠)

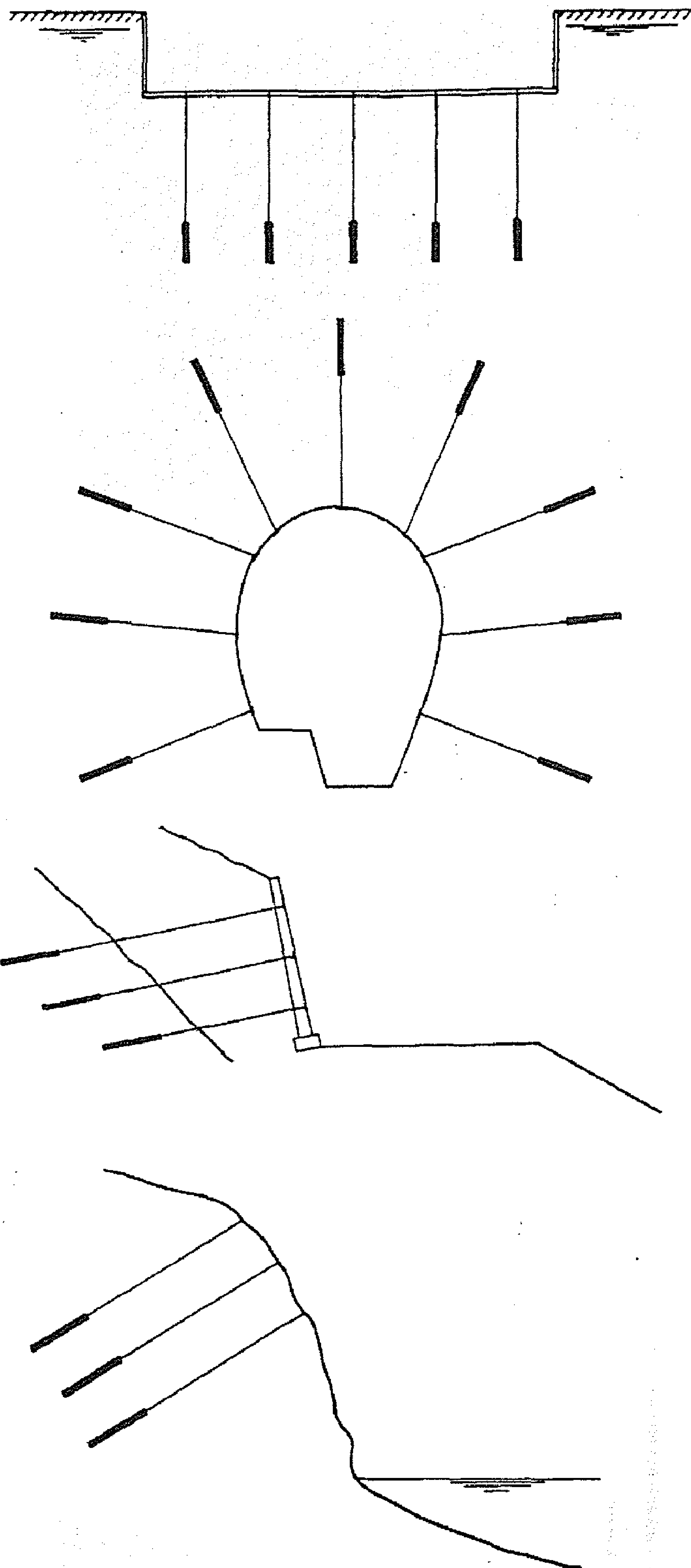
تعريفات :

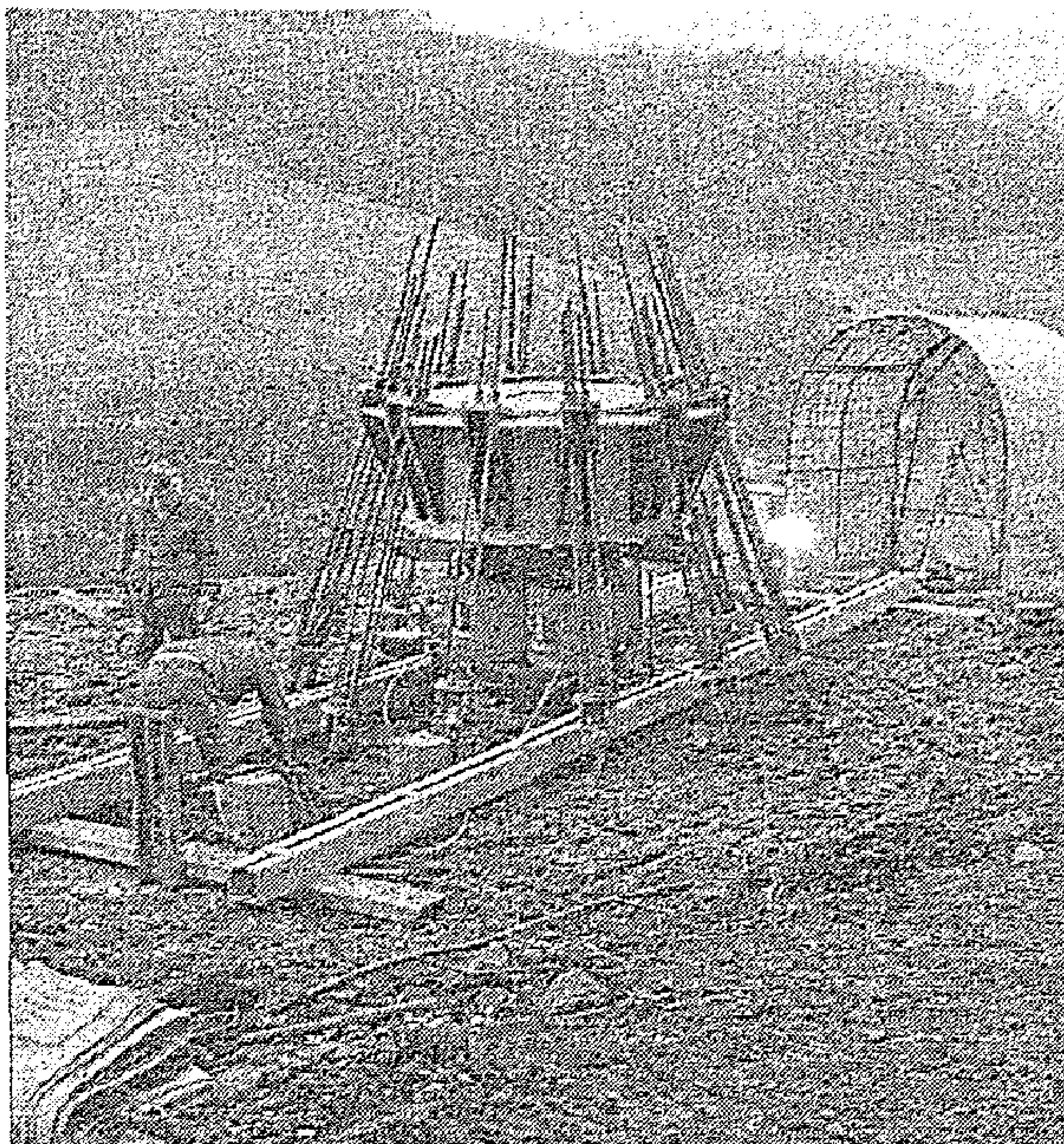
- الطول الثابت للشداد Fixed Anchor Length : هو الطول المناسب من الشداد لمقاومة ونقل قوي الشد الي الأرض الطبيعية – شكل (١١) .
- الطول الحر للشداد Free Anchor Length : وهو الجزء من طول الشداد الذي لا يتم خلاله نقل أي قوي الي الأرض المحيطة – شكل (١١) .
- الشداد الميت – الخامل Dead Anchor : الشدادت يمكن أن تكون في حالة خمول ، أي ليس عليه أي قوي شد . وفي حالة تحرك الأرض المحيطة بالشداد لأي سبب ، تتولد القوي في هذا الشداد – شكل (١٢) .
- الشداد المستخدم في الشد : وهو الشداد العادي ويقاوم قوي الشد الواقعه عليه بأمان – شكل (١٢) .
- الشداد المتخدم في الضغط : بطرق معقدة تنتقل القوي الموجودة بالكابلات الي الجزء الأخير من الشداد (مقدمة الشداد) وتصبح هذه الشدادات شدادات ضغط Compression Anchors. هذه الشدادات تعمل كشدادات مؤقتة – شكل(١٣) .
- شدادات مؤقتة Temporary Anchors : ويعمل في الصلبات المؤقتة لمدة أيام أو شهور حتي أتمام المشروع ثم يزال بعد نهو العمل – شكل (١٤) .
- شدادات ثابتة Permanent Anchors : وهو الشداد المستمر طوال عمر المنشأ لسنوات عدة مثل أعمال الحوائط الساندة و جوانب الأنفاق الصخرية ويزول بنهاية عمر المشروع – شكل (١٤) .

و قد تظهر أي شروخ محتملة في مونة الحقن بسبب قوي الشد الواقعة علي الكابلات أو إنكماش المونة والذي يمكن أن يسبب الصدأ لهذه الكابلات .

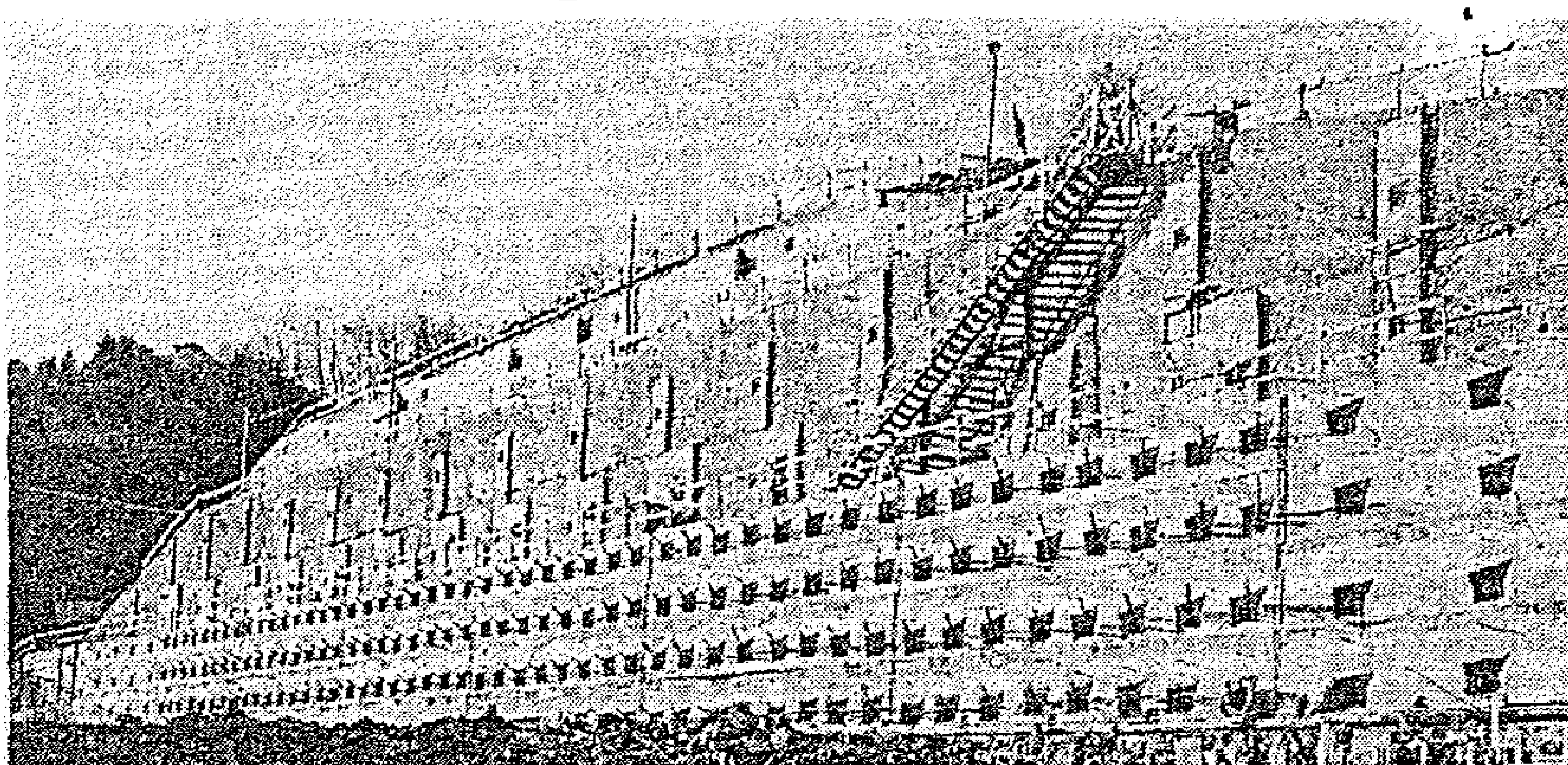



(a)
(b)
(c)

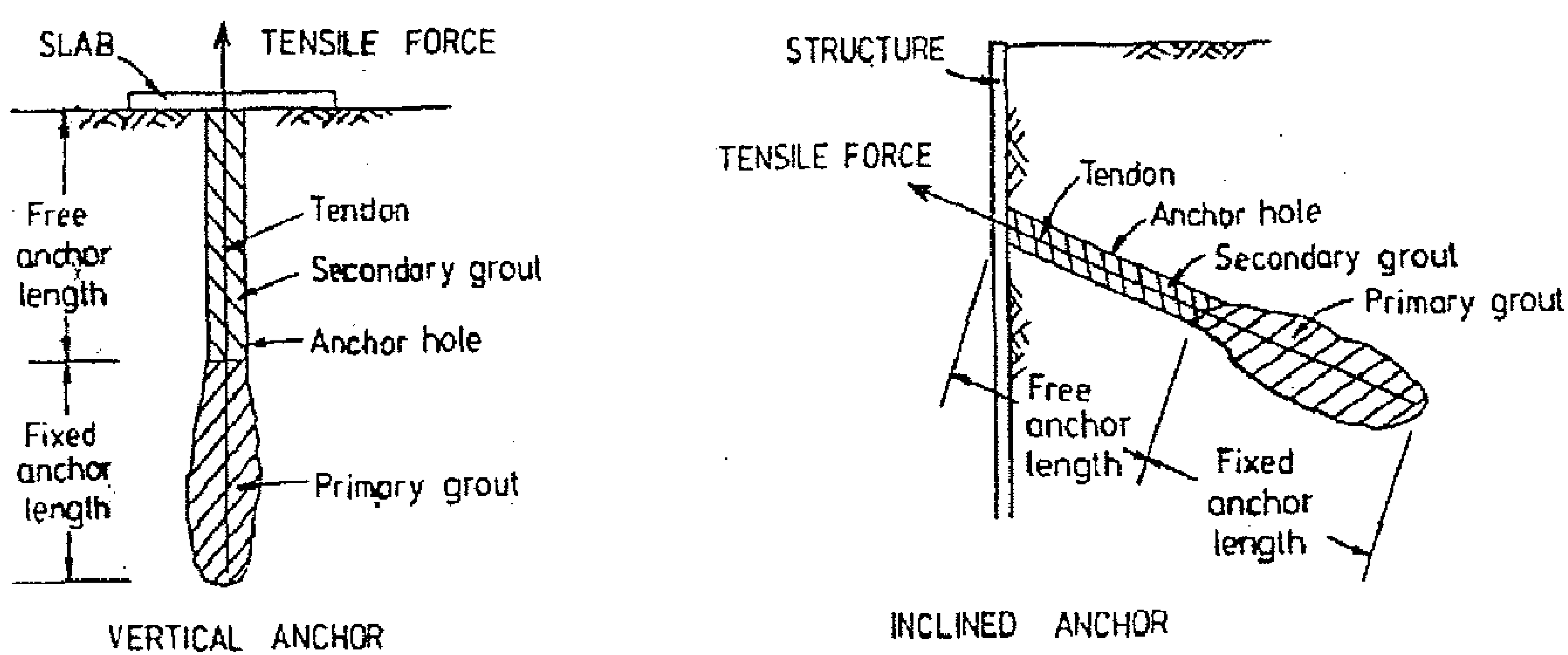




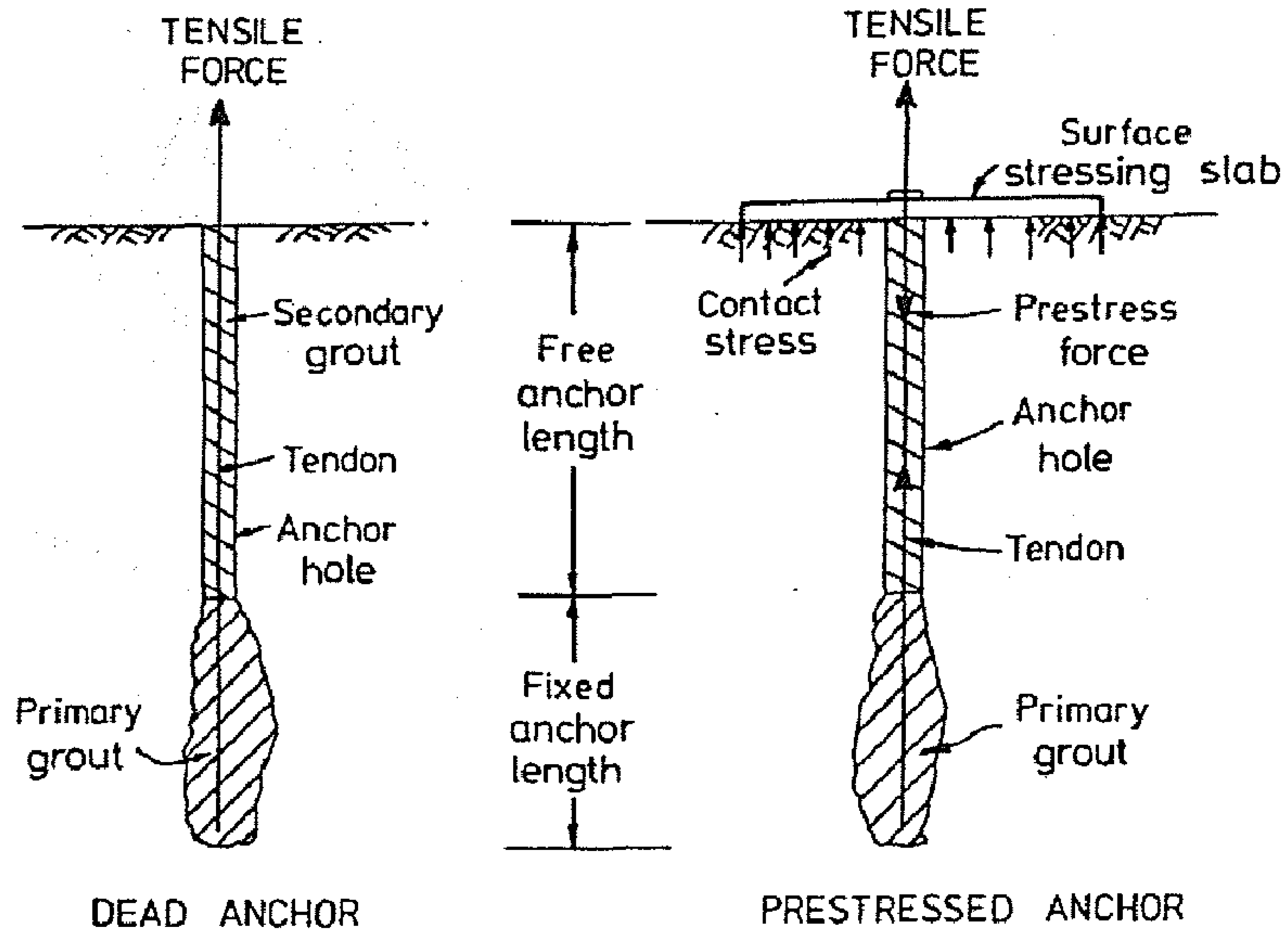
أختبارات تحميل الخوا زيق



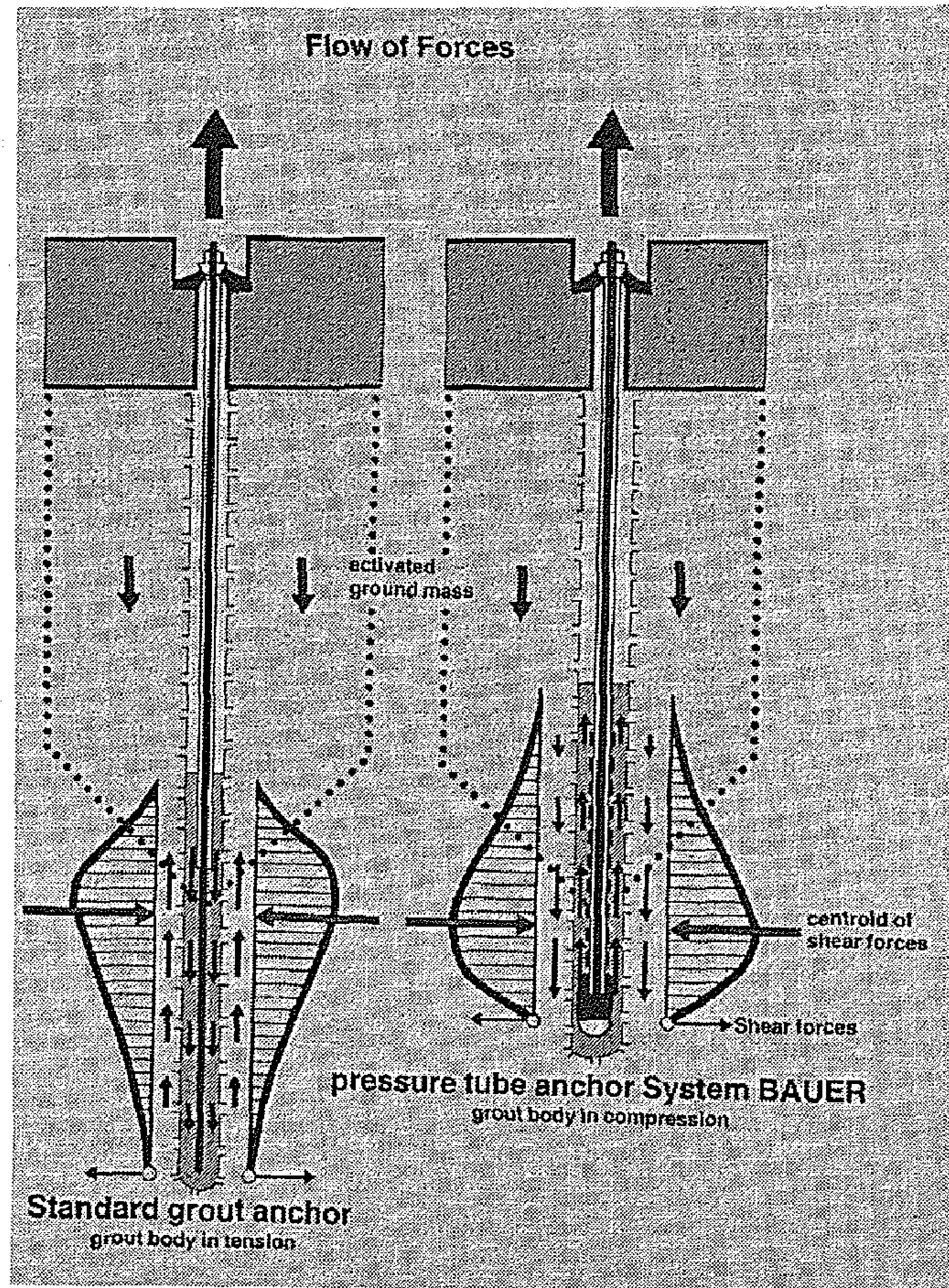
شكل (١٠) تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد – تثبيت الميول الصخرية



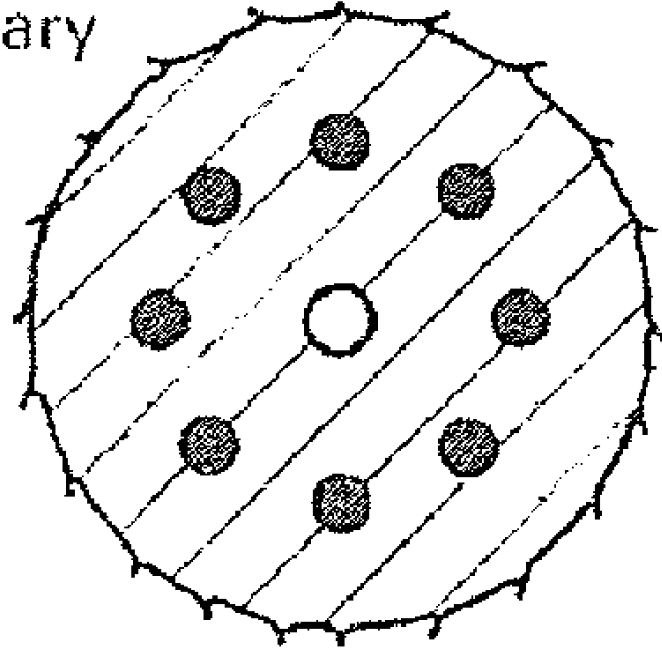
شكل (١١) تفاصيل الشدادات والطول الثابت والطول الحر

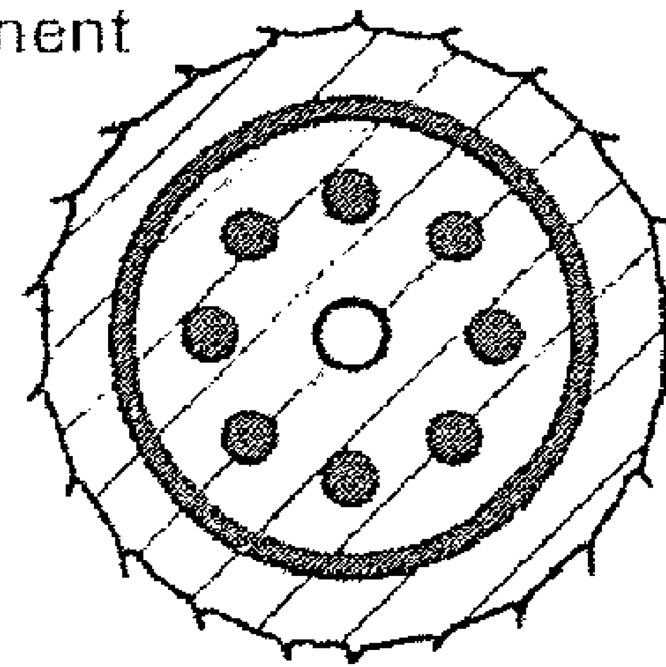


شكل (١٢) الشداد الخامل - الميت



شكل (١٣) مخطط يبين تفاصيل خطوات تنفيذ الشدادات في حالة الضغط و حالة الشد

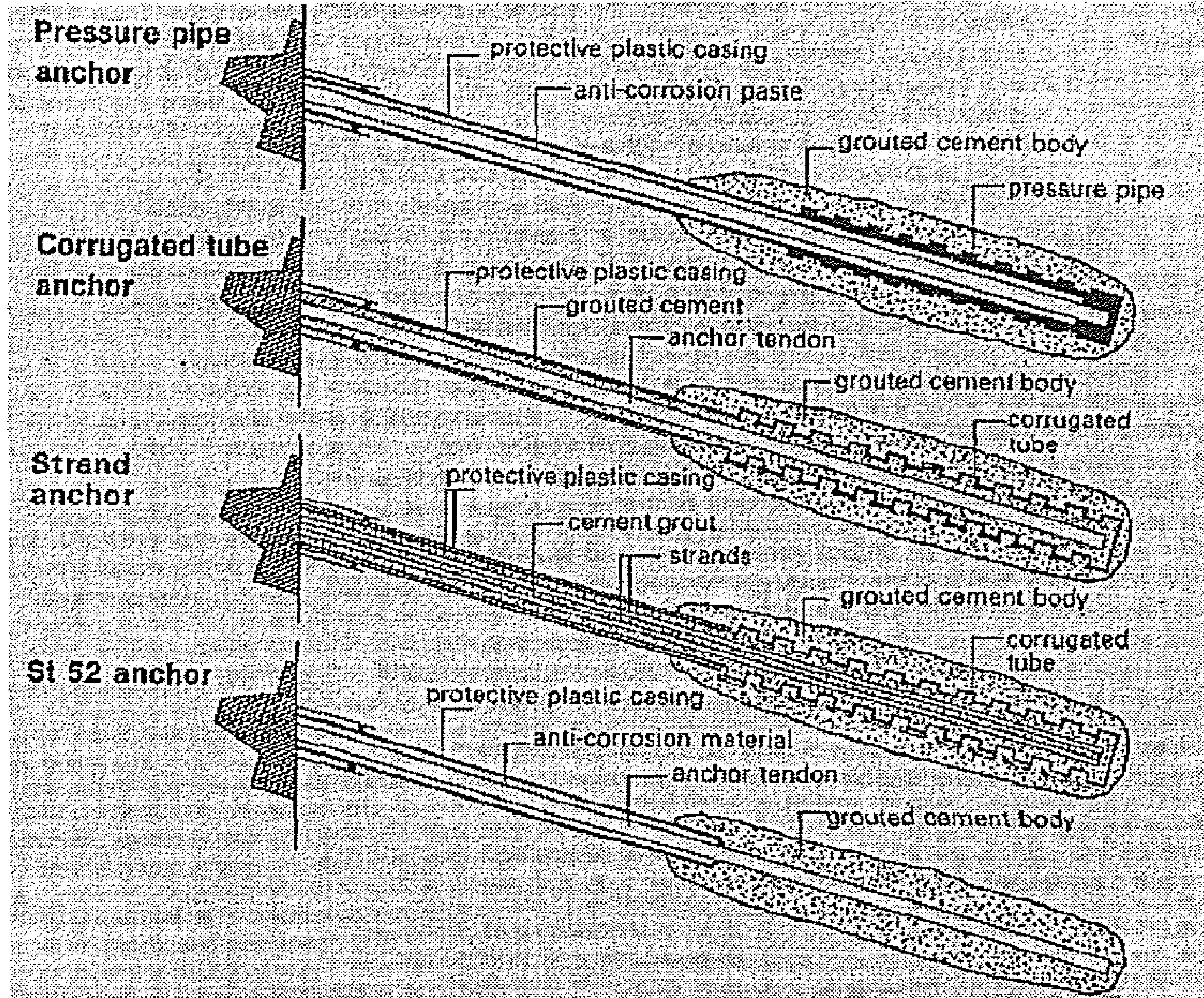






شكل (١٤) الشداد المقت و الشداد الدائم – شكل جديلة من مجموعة كابلات قبل تدكيكها

بعض أنواع الشدادت لبعض الدول باستخدام خامات أخري – شكل (١٥).



شكل (١٥) بعض أنواع الشدادات المستخدمة وتفاصيلها

خطوات العمل :

١ – التثقيب : يتم التثقيب بالحفر الدوار Drilling Machine وذلك بتوصيل مواسير قلاووظ بعضها ببعض حتي الوصول الي الطول التصميمي المطلوب وبالميل المطلوب . لا يستعمل البنتونايت لصلب جوانب الثقب حيث يمثل ذلك عازلا بين الكابلات وبين مواد الحقن .

وفي حالة الصخور ، يتم التثقيب بواسطة مثقاب ميكانيكي يعمل بضغط الهواء وتتصل عتلات حديدية مع بعضها حسب طول الثقب وبعد أنتهاء العمل تخرج العتلات الي الخارج (مع تنظيف الثقب أثناء خروج العتلات) وتوضع ماسورة بلاستيك مكانها حتي لا يسد الثقب من تساقط الصور والأتربة .

٢ - تدفع ماسورة معدنية رقيقة ذات جدار معرج الي داخل الثقب حتي نهايته . يمكن (بطريقة أخري) ، أن توضع الكابلات داخل الماسورة ثم تدفع الماسورة داخل الثقب.

٣ - تدفع الي داخل الماسورة مجموعة الكابلات (ذات القوه الفائقه) في حزمة واحدة بالأضافة الي مواسير الحقن

٤ – تركب أغطية الحقن علي الفتحات في الماسورة .

الحقن :

٥ – يضغط هواء داخل الثقب لأخراج أي أتربة وعدم وجود أي أنسداد .

٦ - تبدأ عملية الحقن بالأسمنت اللباني (أسمنت مقاوم للكبريتات) تحت ضغط عالي حتي تملأ الماسورة المعرجه وكذلك الفراغ بين جدار الحفر و الماسوره المعرجة.

٧ – باستمرارية خروج اللباني ، تقفل فتحات خراطيم الهواء.

٨ - يترك الشداد فتره حتي يتم وصول المونة الي القوه النهائية.

٩ - تصنع رأس الشداد علي الحائط المقابل – ثم تبدأ عملية شد الكابلات بواسطة روافع هيدروليكية خاصة حتي نصل الي القوه المطلوبة في الشداد .

١٠ - يتم عند كل حزمة من الكابلات وضع خوابير معدنية مخروطية الشكل . عند أيقاف الروافع و محاولة الكابلات العودة الي الوضع الأصلي – بعد حدوث الأستطالة في الكابلات – فأن الخوابير المعدنية المخروطية تمنع أرتداد الكابلات – كما تقاوم الحلقة المعدنية الممسكة بمجموعة الخوابير أرتدادها. تتولد قوي كبيرة جدا في الكابلات= قوه الشد المصمم عليها الشداد

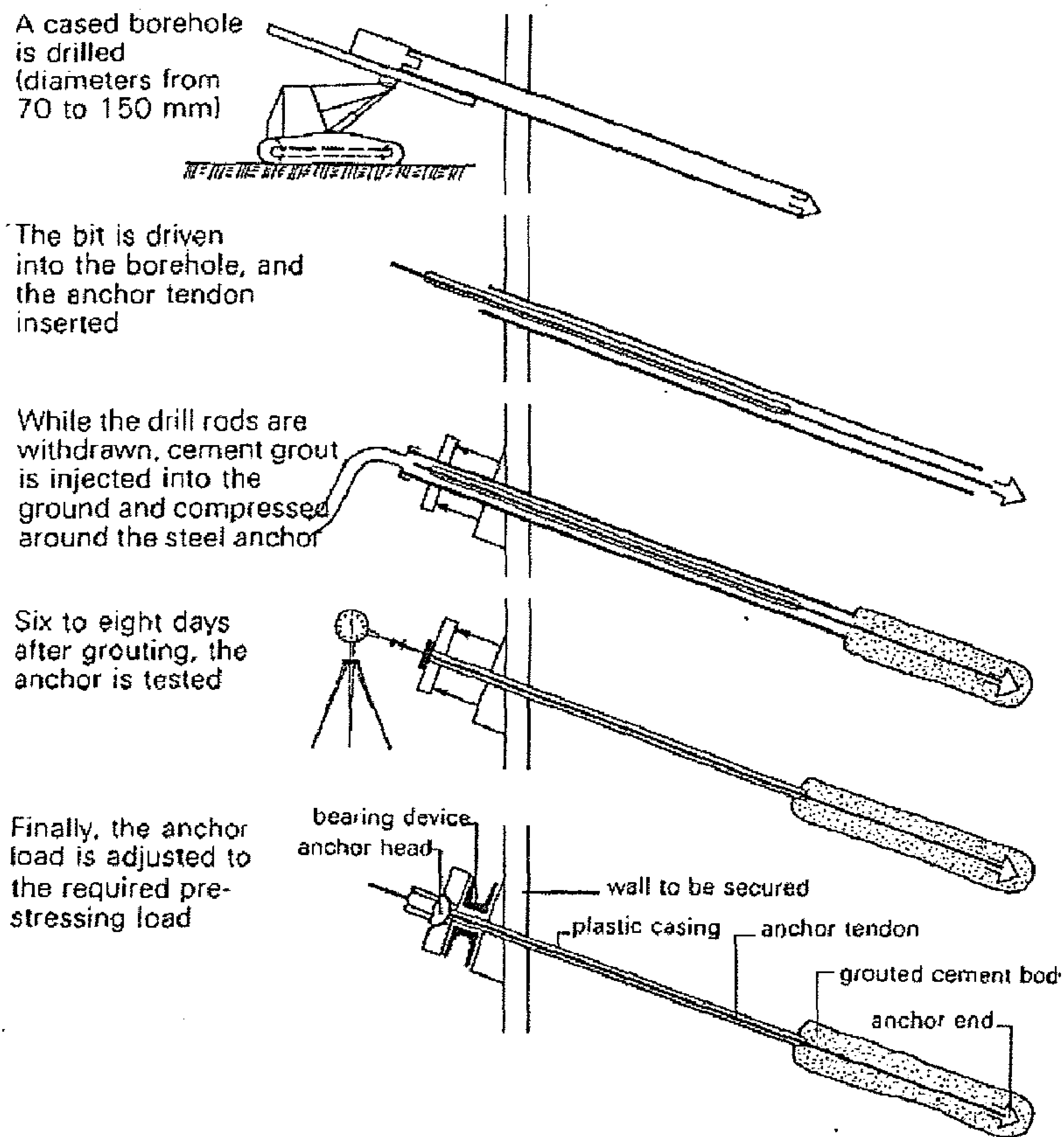
ملاحظة :

١ – في حالة الشدادات المؤقتة ، لا تستخدم الماسورة المعدنية ذات الجدار المعرج و يكتفي بماسورة حقن واحدة في محور الشداد .

٢ – تكون مادة الحقن من الأسمنت : الماء = ٠,٤ مع أضافة مادة لتحسين خواص المونة الأسمنتيه كي تتحقق الميزات التالية :

- منع ظاهرة النضح Bleeding .
- غير قابلة للتشرخ Non Shrinkage .
- جيدة التشغيلية Good Workability .
- فائقة القوة Strength .

خطوات تنفيذ الشدادات – شكل (١٦) :



شكل (١٦) خطوات تنفيذ الشداد بشكل عام

سنعرض الي أحد الأنواع الشهيرة من الشدادات المستخدمة في المملكة المتحدة ، وهي لا تختلف مع الشدادات الأخري إلا في بعض التفاصيل البسيطة :

أنواع الشدادات المستخدمة في المملكة المتحدة :

شكل (١٧) – يعطي خطوطا عامة عن الخطوط العريضة للأشكال Type 1 - Type 2 – Type3 المستخدمة في المملكة المتحدة :

١ – شدادات بقطاع أسطواني حول أسلاك الشد ويلي هذه الخطوة عملية حقن القطاع بالأسمنت . تفاصيل تنفيذ الشداد – شكل (١٨) . يستعمل هذا النوع في التربة الصخرية ويستعمل آلة الدقاق الدوار Percussive Drill Rig في حفر الثقب . ينظف الثقب بدفع الهواء أو الماء لتنظيف الثقب . عادة يمكث الحقن سبعة أيام كي يتصلد ويتم بعد ذلك شد الكابلات .

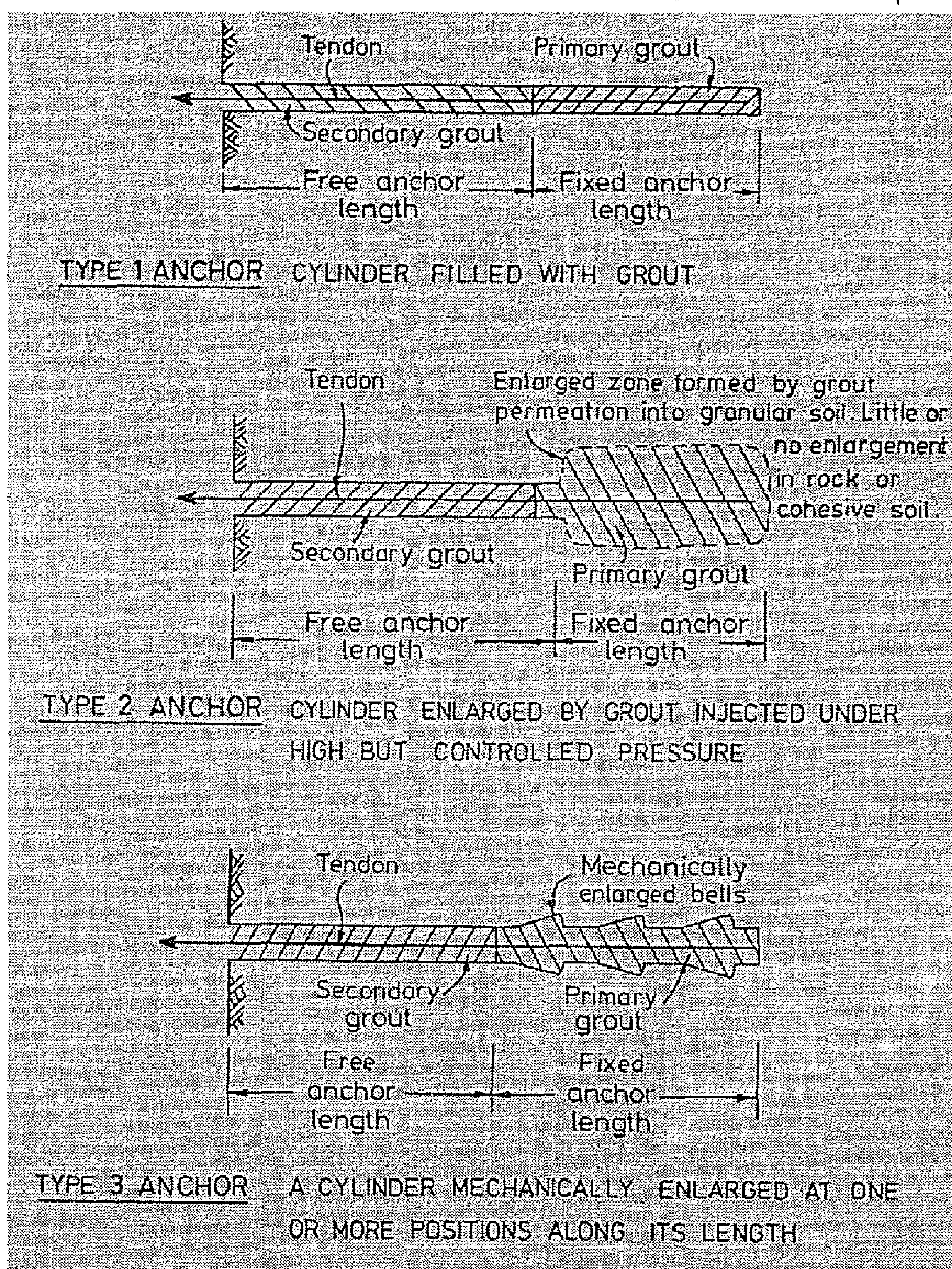
٢ – شدادات بقطاع أسطواني يتضخم في نهايته مكونا جزء متضخم Bulb تحت تأثير ضغط حقن محسوب . تفاصيل تنفيذ الشداد – شكل (١٩) . يستعمل في جميع أنواع التربة ويتم عمل الثقب بواسطة آلة الدقاق الدوار Rotary Percussive Drill . يتراوح قطر الثقب المناسب ٧٥ – ١٢٠ مم . جميع تلك الأنواع تستخدم ماسورة حقن قطر ٢٥ مم تكون في حزمة واحدة مع الكابلات. يضغط الحقن خلال الماسورة وفي نفس الوقت تسحب الماسورة الخارجية الي الخارج .

٣ – شدادات بقطاع متضخم بطريقة ميكانيكية في موضع واحد أو عدة مواضع لمقاومة الأحمال المتوقعة – تفاصيل تنفيذ الشداد – شكل (٢٠) . تعتمد قدرة الشداد علي قوة الطبقة الطينية . يفضل القيام بعمل ثقب الشداد بواسط الآلة الدوارة Rotary Rig مع عمل توسيعات في أماكن محددة (تشبه الجرس) كل ٨٠ سم وذلك بالطرق الميكانيكية . تتم هذه التوسيعات بواسطة فرشاة خاصة Special Expanding Brush .

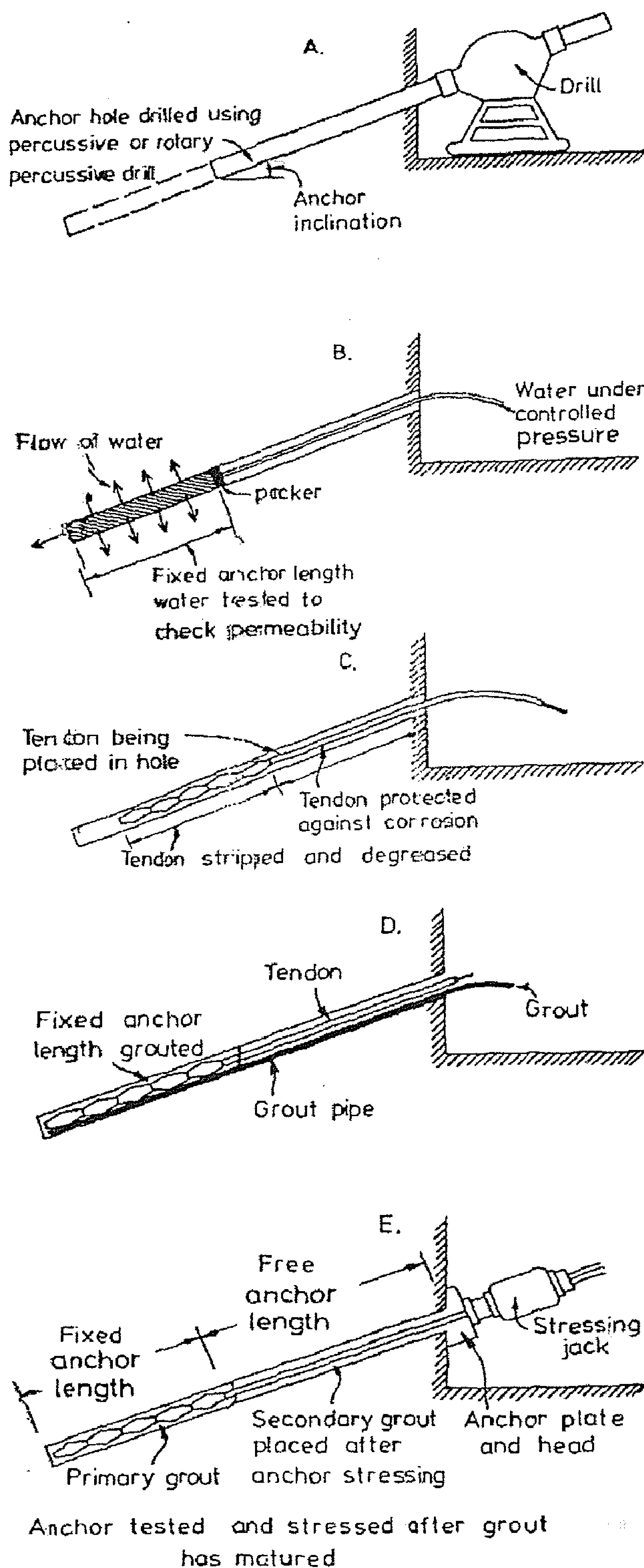
يكون الحقن بالأسمنت (وهو الأفضل) للشدادات كما أنه الأفضل في حماية الأسلاك

من الصدأ . وفي بعض الأحيان يتم الحقن حول الكابلات بمادة راتنجيـــة Resin أو مواد إيبوكسية .

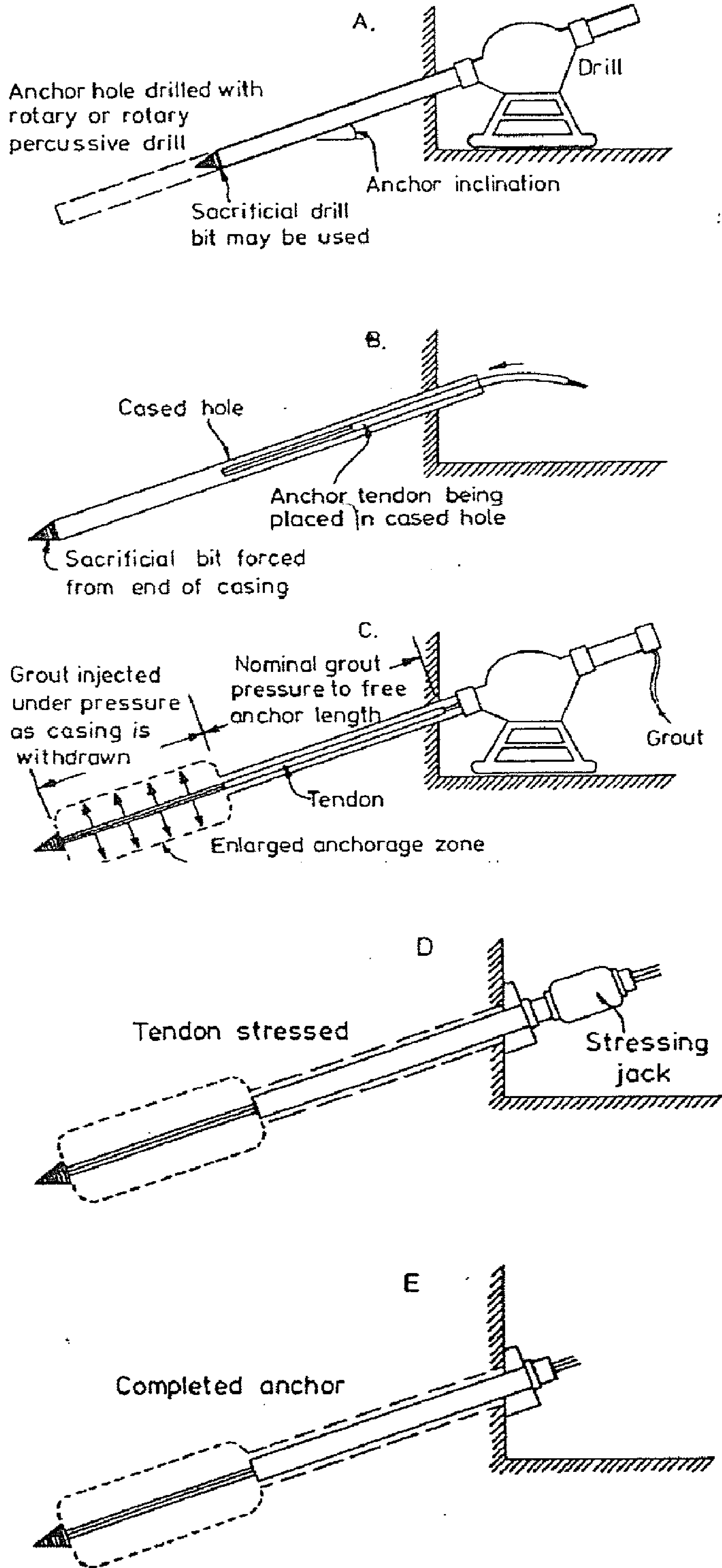
وتصلح هذه الطرق في حالة أن طبيعة التربة لا تنهار في حالة تنفيذ ثقب الشداد . يفضل أضافة أضافات الي مونة الحقن للأسراع بتصلد مونة الحقن ، علي أنـــه فـــي يعض الأحيان و في حالة الرغبة في شد الكابلات خلال ساعات بعد تـــدكيك الكابـــل والحقن ، يتم أستعمال مواد إيبوكسية أو بوليستر.



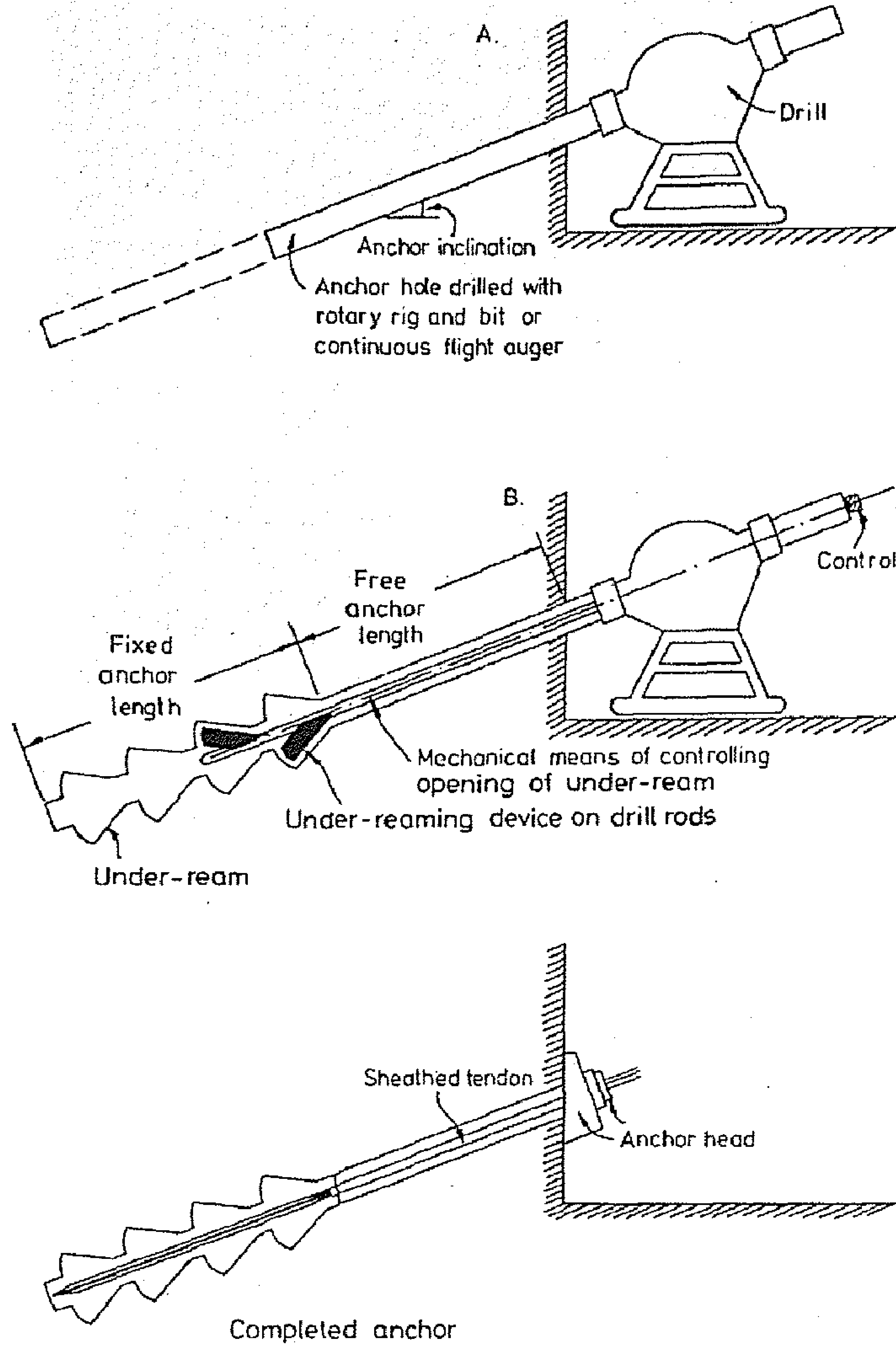
شكل (١٧) الخطوط العريضة لأنواع الشدادات الأول و الثاني والثالث



شكل (١٨) خطوات تنفيذ الأعمال – النوع الأول (1) Type

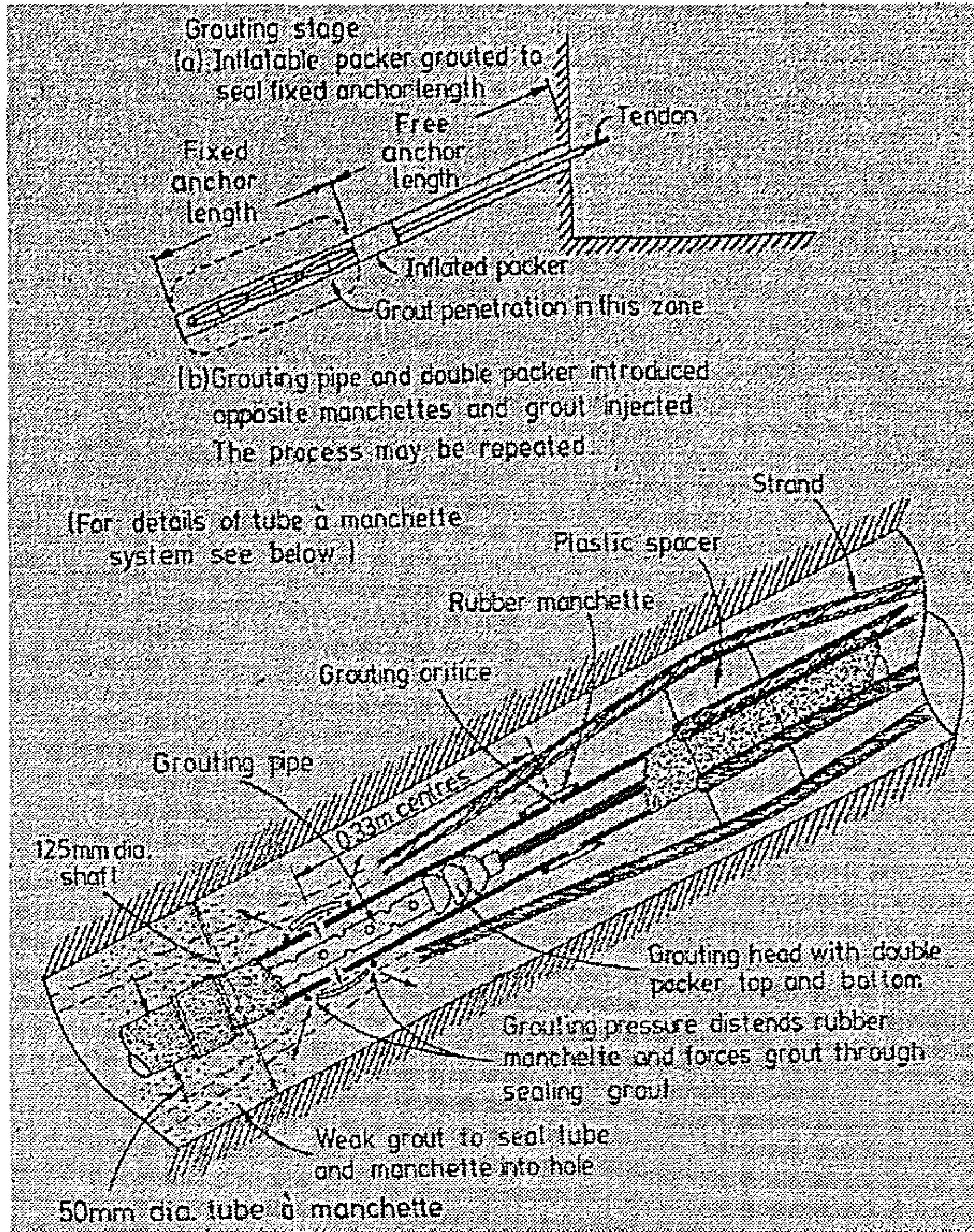


شكل (١٩) خطوات تنفيذ الأعمال – النوع الثاني Type (2)



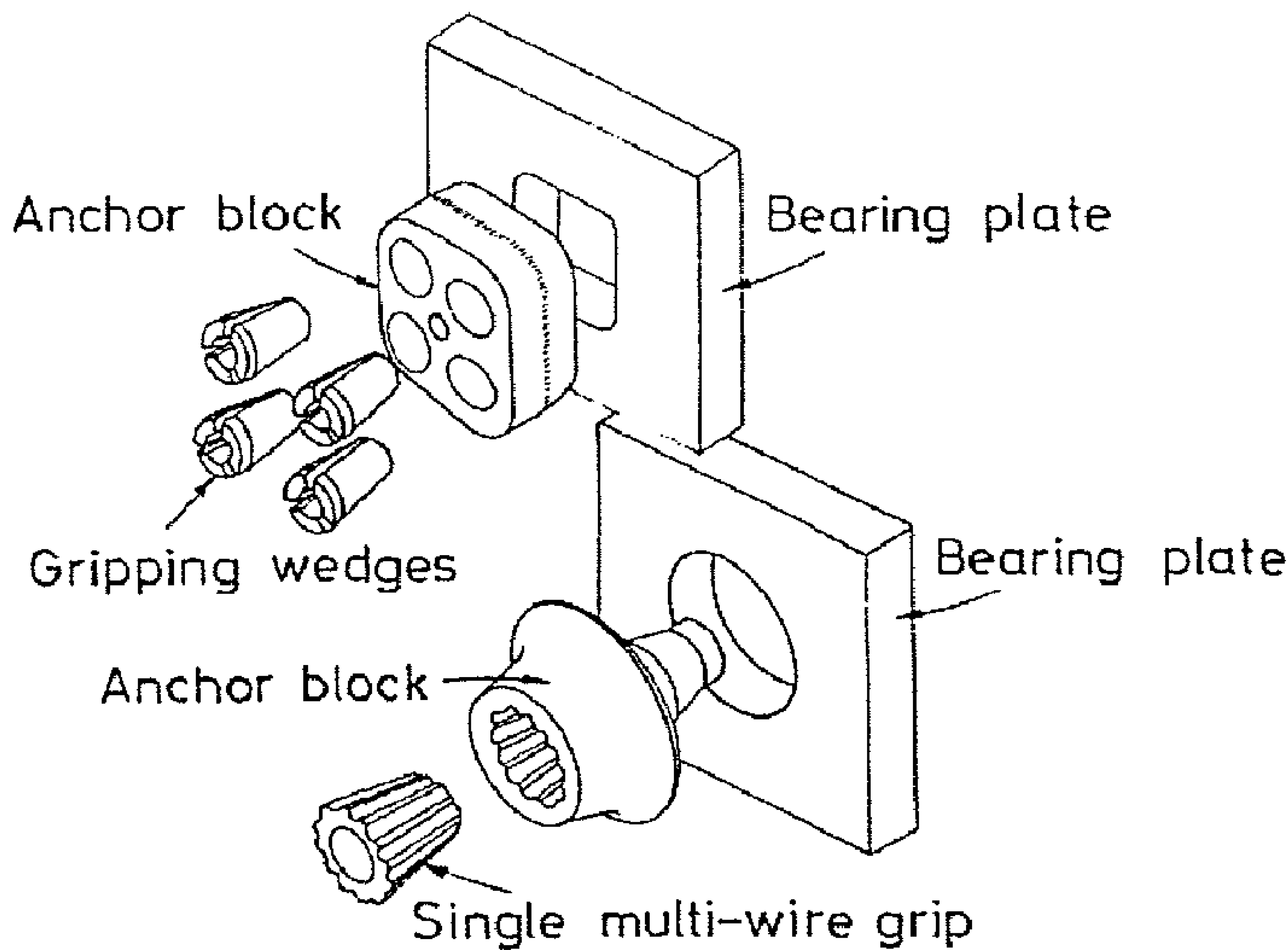
شكل (٢٠) خطوات تنفيذ الأعمال – النوع الثالث Type (3)

تفاصيل مقدمة الشداد وميكانيكية الحقن – شكل (٢١) .



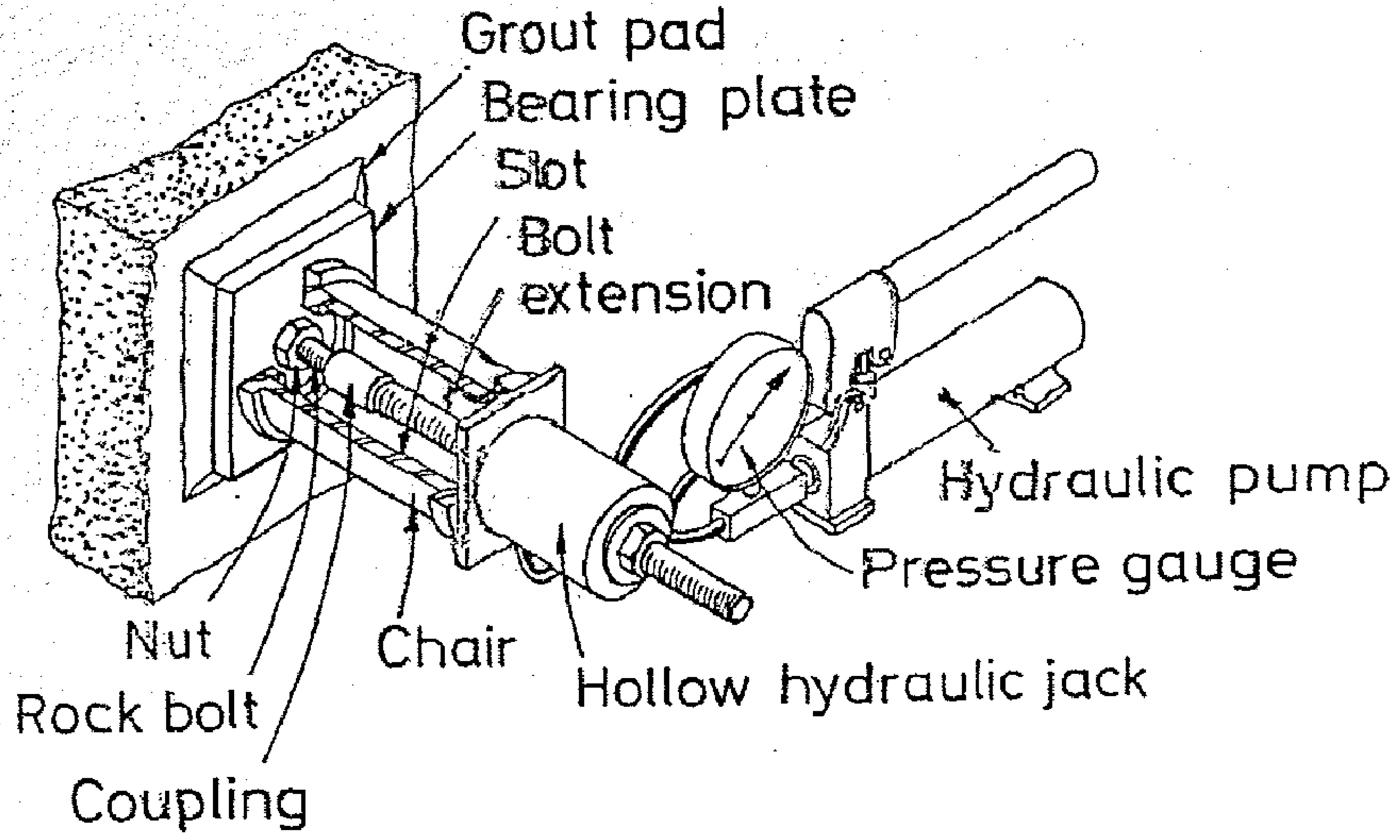
شكل (٢١) تفاصيل نهاية الشداد والماسورة الخاصة بالحقن

تفاصيل رأس الشداد – شكل (٢٢) .



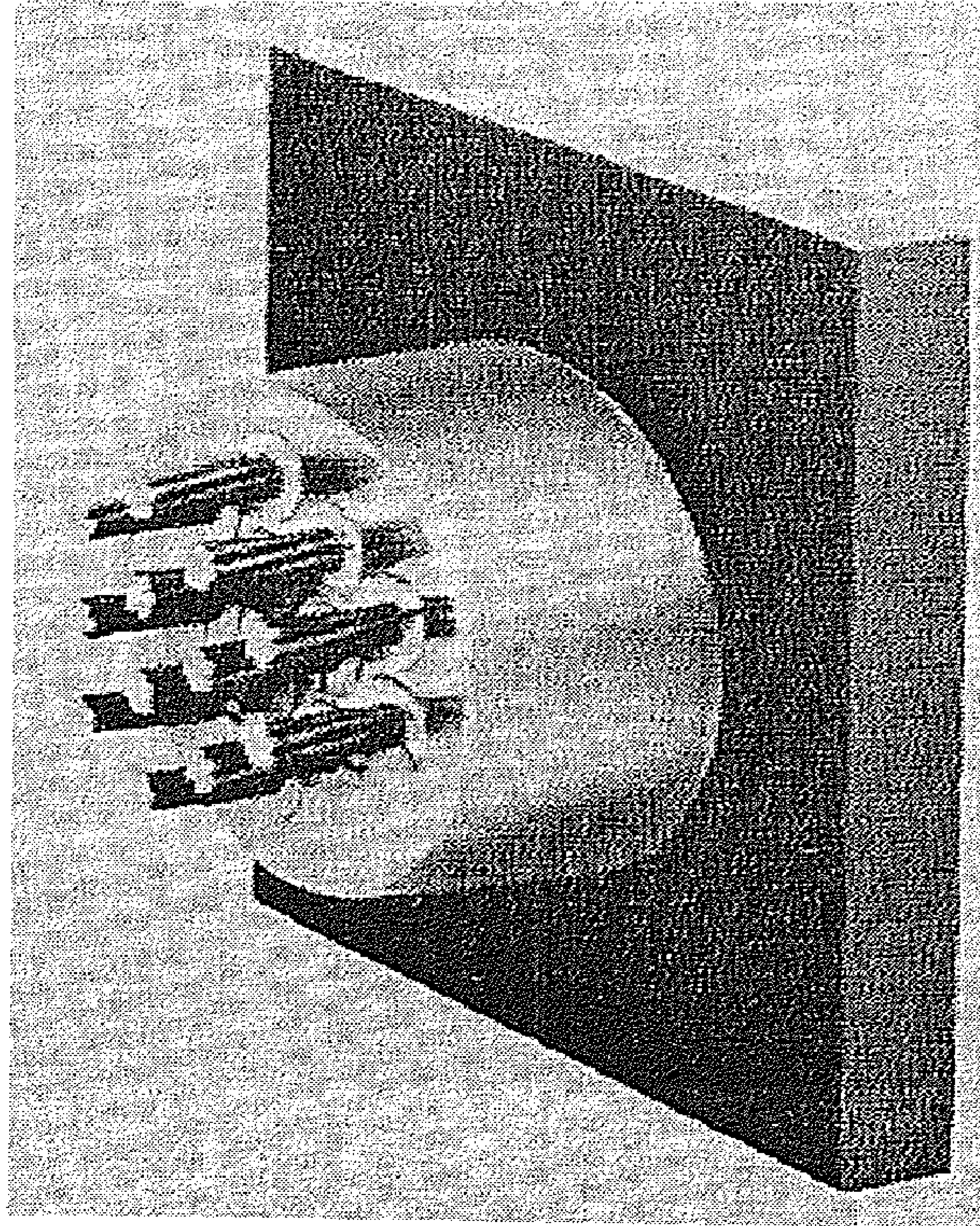
شكل (٢٢) تفاصيل البلته والخوابير – رأس الشداد

تفاصيل كوريك شد الكابلات – شكل (٢٣) .



شكل (٢٣) تفاصيل كوريك شد الكابلات

تفاصيل رأس الشداد و الكابلات وخوابير الكابلات والبلته – شكل (٢٤) .



شكل (٢٤) تفاصيل رأس الشداد

طريقة التنفيذ لأحد المشروعات بجمهورية مصر العربية :

مشروع محطة الرفع الرئيسية لمياه الصرف الصحي– بهتيم – شبرا الخيمة– قليوبية : العمق ١٧ متر – الأبعاد ٢٥م × ٤٠م . المحطة محاطة بستائر معدنية وتم تنفيذ الشدادات الخلفية للستائر المذكورة لصلب جوانب الحفر ومقاومة ضغط التربة و ضغط المياه علي هذا العمق .

١ – يتم تنفيذ الحائط الساند سواء من خوازيق متماسة أو من ستائر معدنية حول المحطة . نبدأ الحفر في داخل المحطة حتي نصل الي منسوب صف الشدادات الأول المحدد بالتصميم علي عمق ٢ متر.

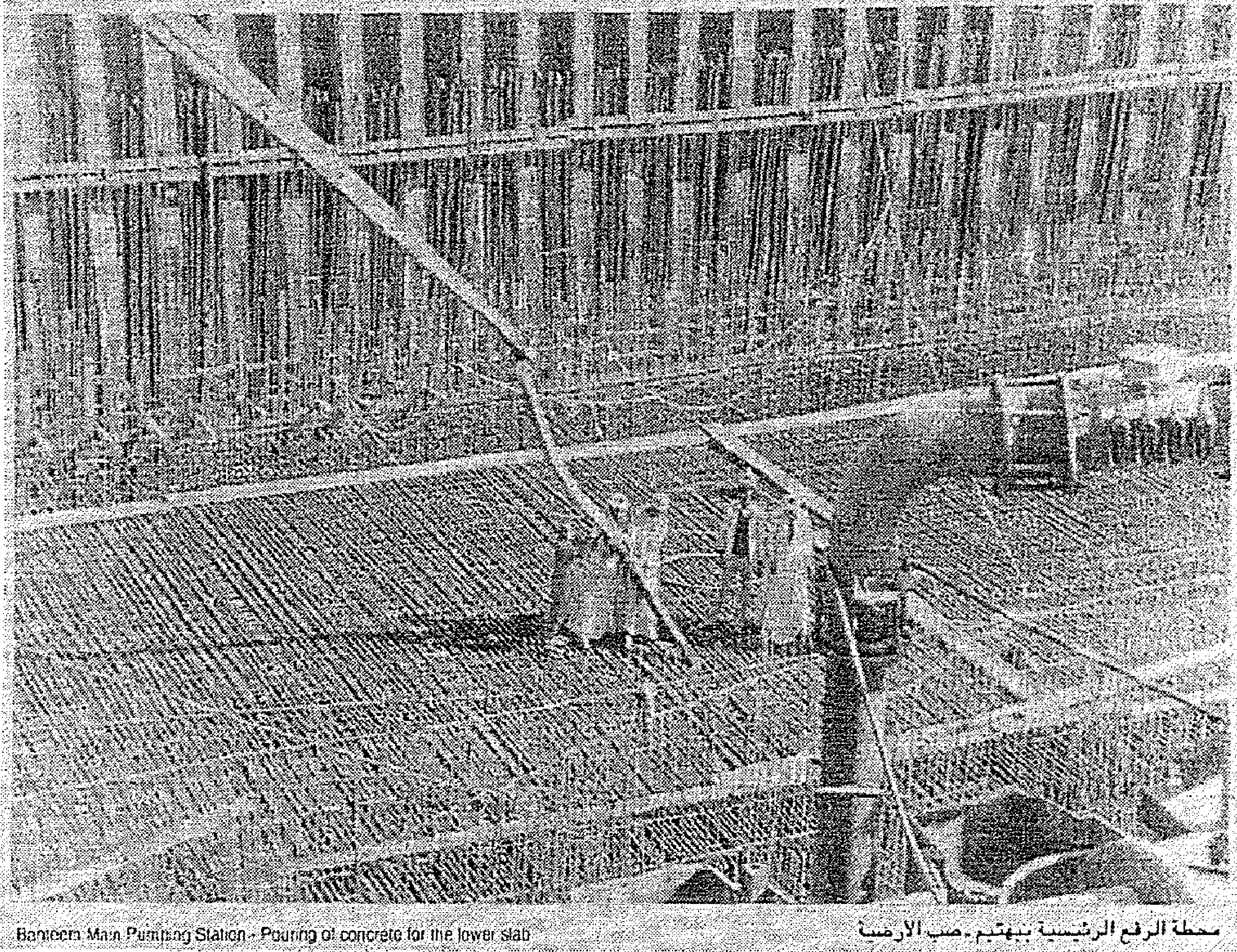
٢ - تحديد نوع الشداد : هل هو شداد مؤقت أم شداد دائم . الشداد الدائم يظل بعمر المنشأ وله طريقة تنفيذ خاصة و أشتراطات خاصة ، أما الشداد المؤقت فأنه يعمل لفترة محددة هي زمن المشروع ثم يتم الأستغناء عنه .

٣ - تبدأ ماكينة التخريم في عمل ثقوب الشدادات بالقطر و الميل و الطول المطلوب ، و الذي تم تحديدهم في التصميم وعلي عمق ٢ متر ، المسافة الأفقية بين الشدادات وبعضها = ٤ متر.

٤ – يتم تنفيذ صف الشدادات الأول (في المستوي الأفقي) وعلي مسافات محددة في التصميم في المستوي الأفقي وعلي عمق ٢ متر من سطح الأرض.

٥ – بعد أنتهاء تنفيذ صف الشدادات الأول بالكامل ، نبدأ أعمال الحفر من منسوب صف الشدادت الأول الي منسوب صف الشدادات الثاني – عمق ٦ متر من سطح الأرض . نجري عملية تنفيذ الصف الثاني من الشدادات وهكذا بالنسبة للصف الثالث والرابع.

٦ – يستكمل الحفر حتي منسوب التأسيس ويتوالي تنفيذ المحطة – شكل (٢٥).



Banteera Main Pumping Station - Pouring of concrete for the lower slab

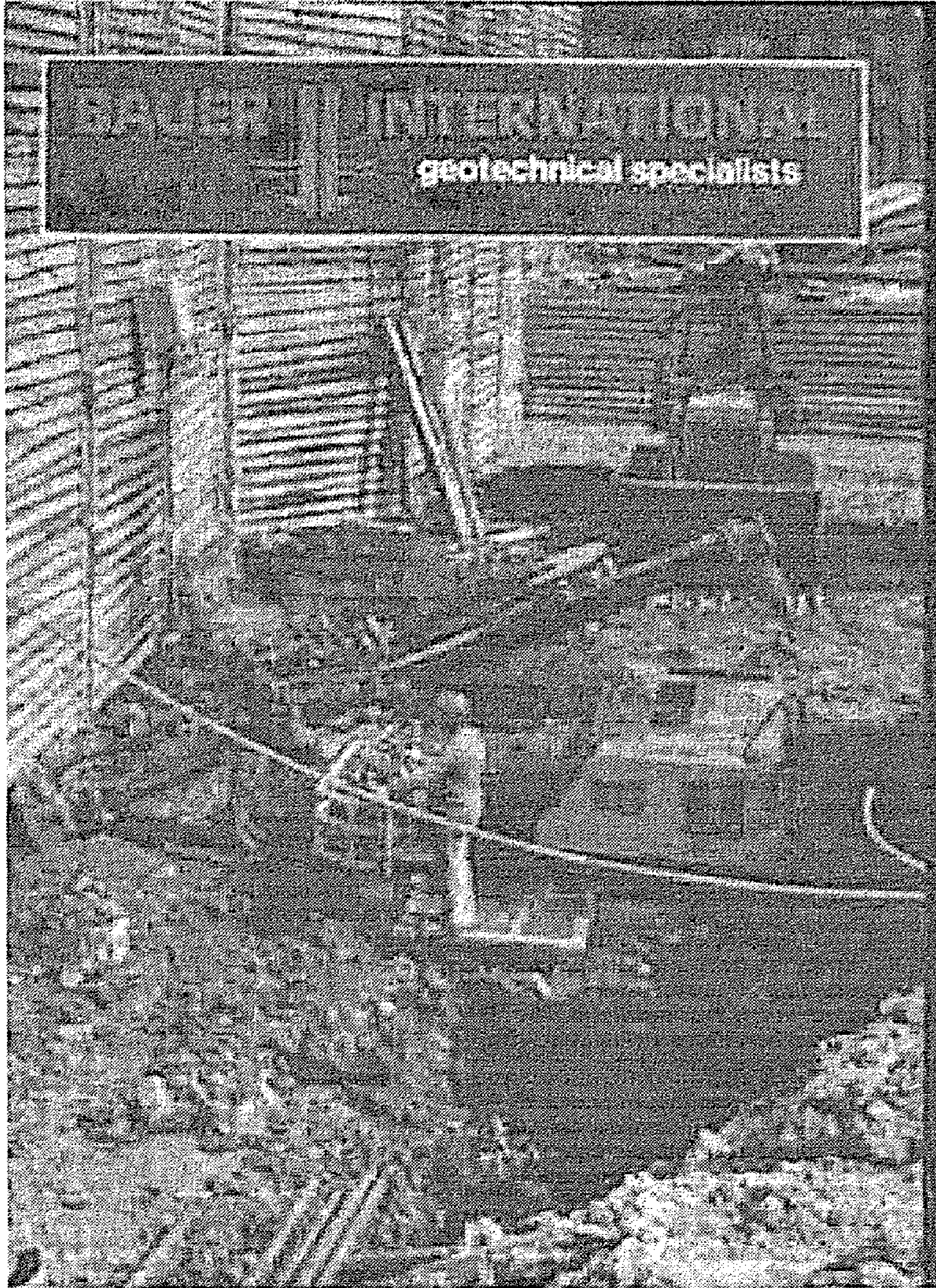
محطة الرفع الرئيسية ببهتيم - صب الأرضية

شكل (٢٥)

محطة الرفع الرئيسية في بهتيم (طاقتها ٨٨٠٠٠٠ متر مكعب / يوم) – صلب جوانب الحفر بالستائر المعدنية و الشدادات الخلفية – المواسير الظاهرة هي مواسير لآبار عميقة لتخفيض المياه الجوفية

تطبيقات علي مشروعات تحت الأنشاء :

شكل (٢٦) .



شكل (٢٦)

تطبيقات للشدادات – بناء حائط خشبي بنظام الشدات المختلطة والشدادات الخلفية – جمهورية ألمانيا

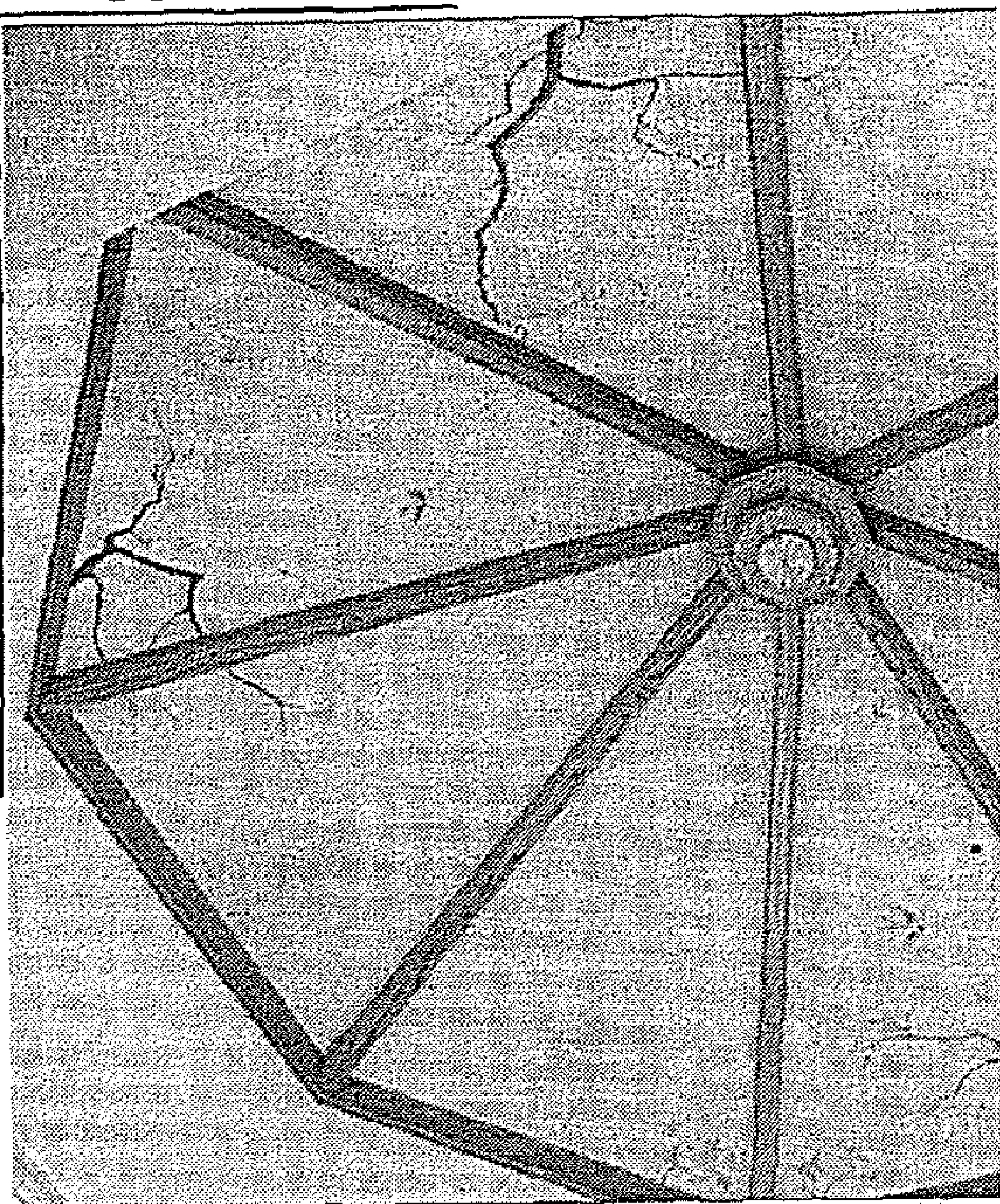
المراجع

١ – الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية .

٢ – ندوة أعمال الخرسانة سابقة الأجهاد – معهد التدريب الفني والمهني لشركة المقاولون العرب .

1. Design And Construction Of Ground Anchors T.H.HANNA

الأسقف المرفوعة



الباب العشرون

البناء بطريقه الأسقف المرفوعة

البناء بطريقه الأسقف المرفوعة

تتلخص ـريق الـتنفيذ بهذه الطريقة كما يلي :

١ – صب الأعمدة في فرم حديدية ثم تنقل إلى موقع العمل – أعمدة سابقة الصب شكل (١) .

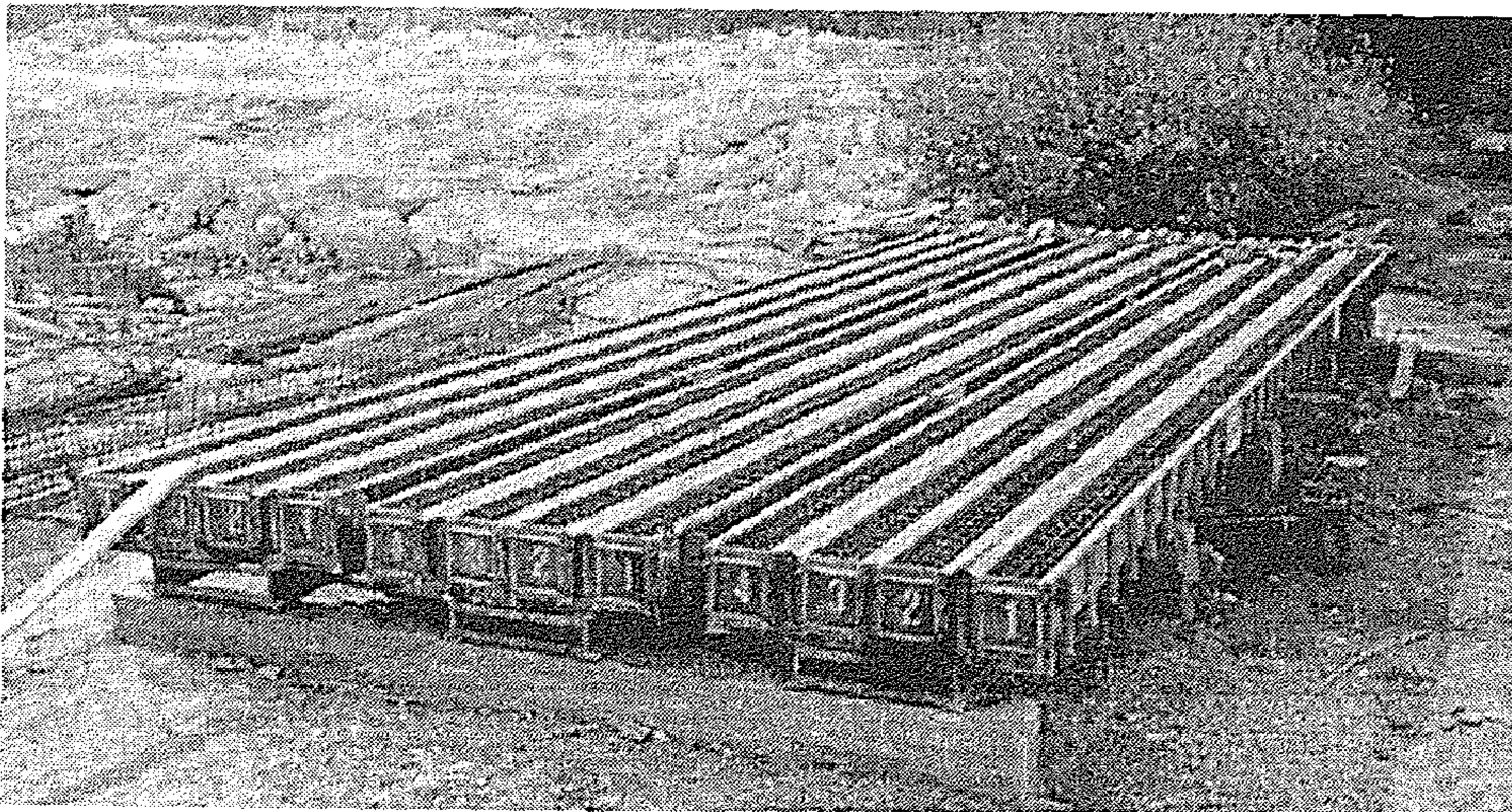
٢ – أنشاء الأساسات المسلحة مع تخليق فراغ في المنتصف لأرتكاز العمود .

٣ – تثبت الأعمدة رأسية تماما وعلي المحاور في أماكنها .

٣ – تصب البلاطات كلها حول هذه الأعمدة ، عدد البلاطات = عدد أدوار المبني المطلوبة . تصب البلاطات فوق بعضها مع وجود فاصل بينها لعدم التـصاق الأسقف مع بعضها .

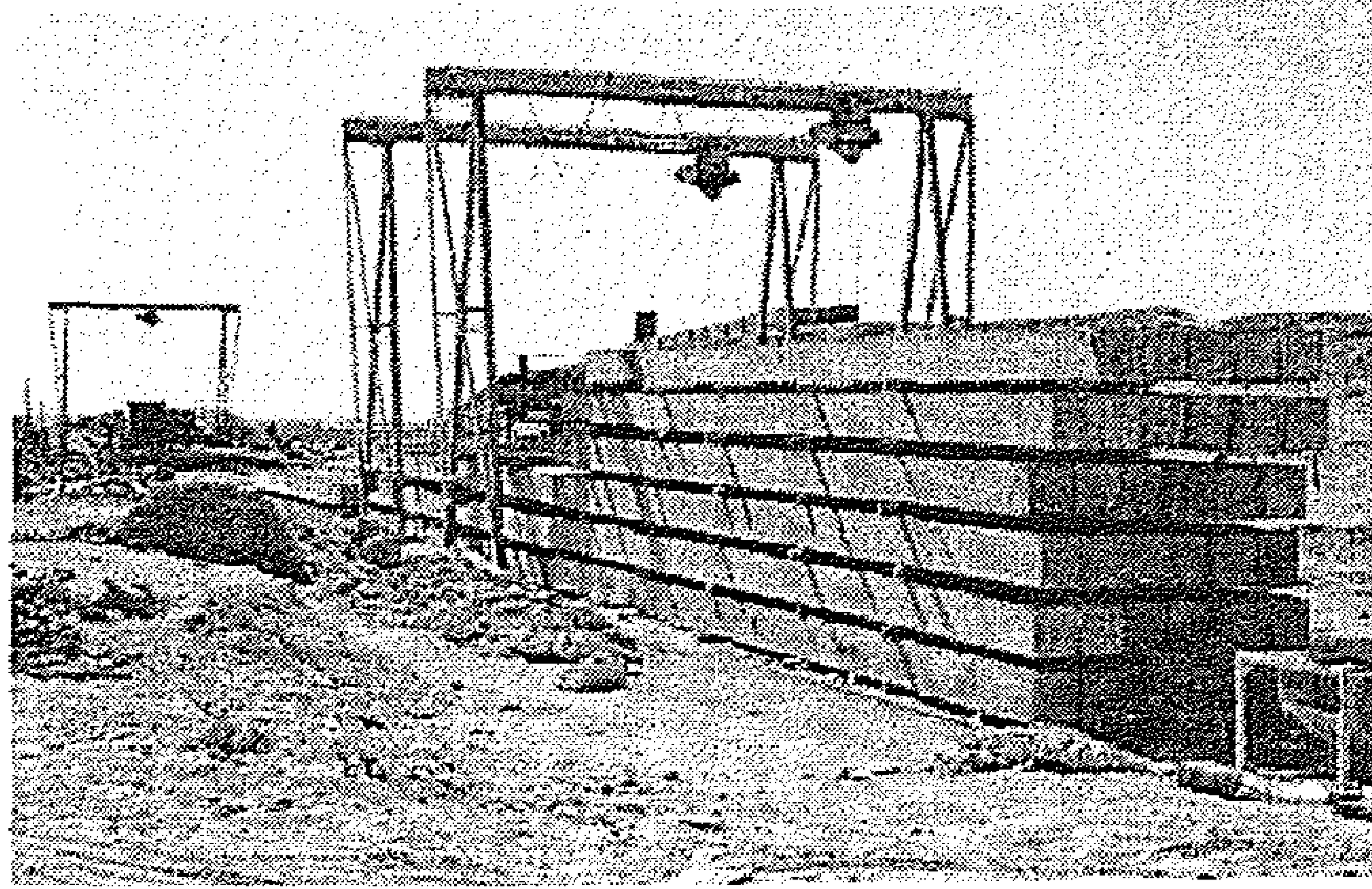
٤ – ترفع البلاطات بالكامل ، عند منسوب الدور الأول ، يتم تثبيت أول سقف مع الأعمدة . ترفع باقي الأسقف إلى منسوب بلاطه الدور الـثاني ويتم تثبيتها مع الأعمدة . ترفع باقي البلاطات إلى الدور الأعلى ٠٠ وهكذا – شكل (٢) .

COLUMNS FORMWORK



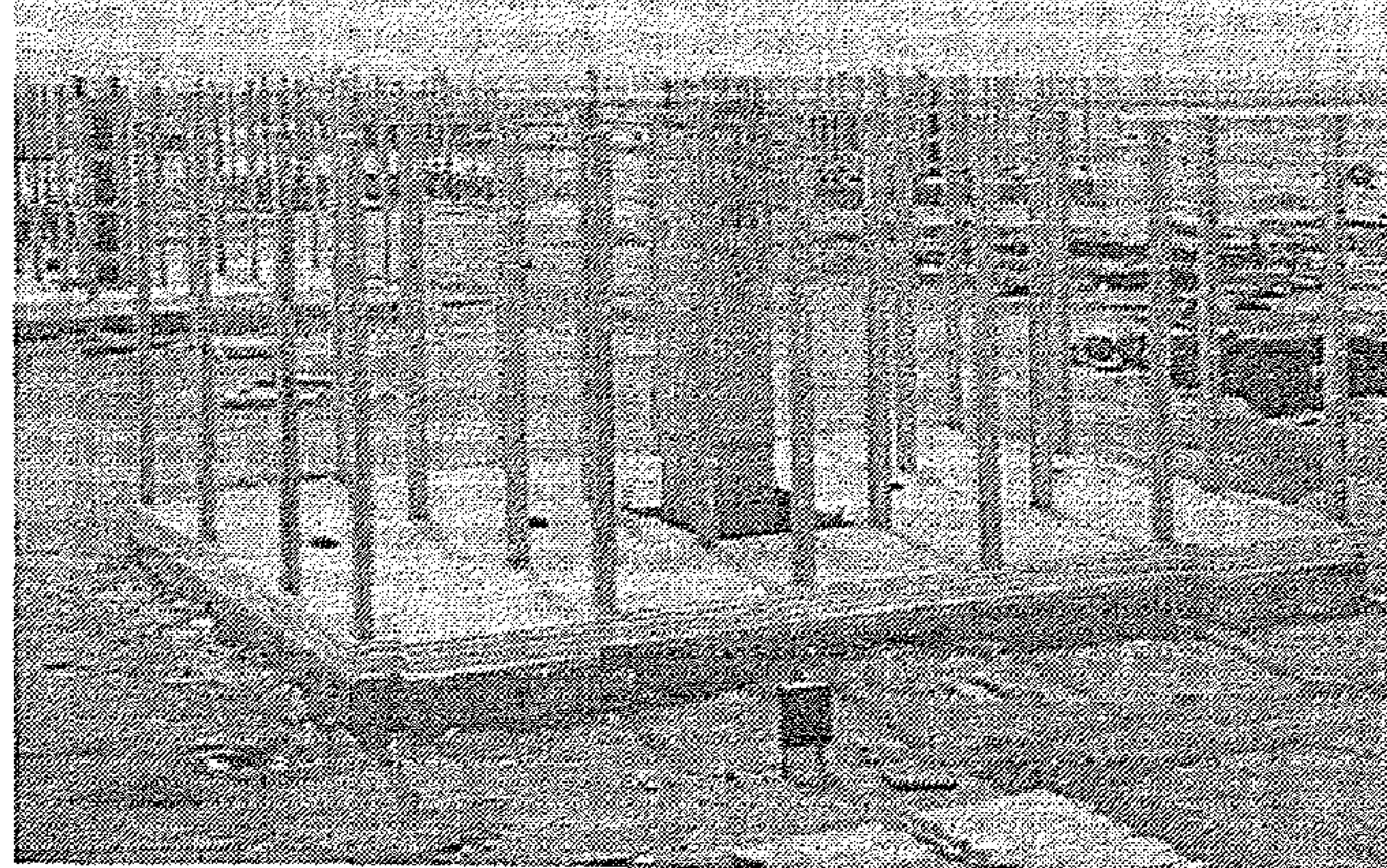
شكل (١) فرم الأعمدة المسلحة السابقة الصب

PRECAST COLUMNS

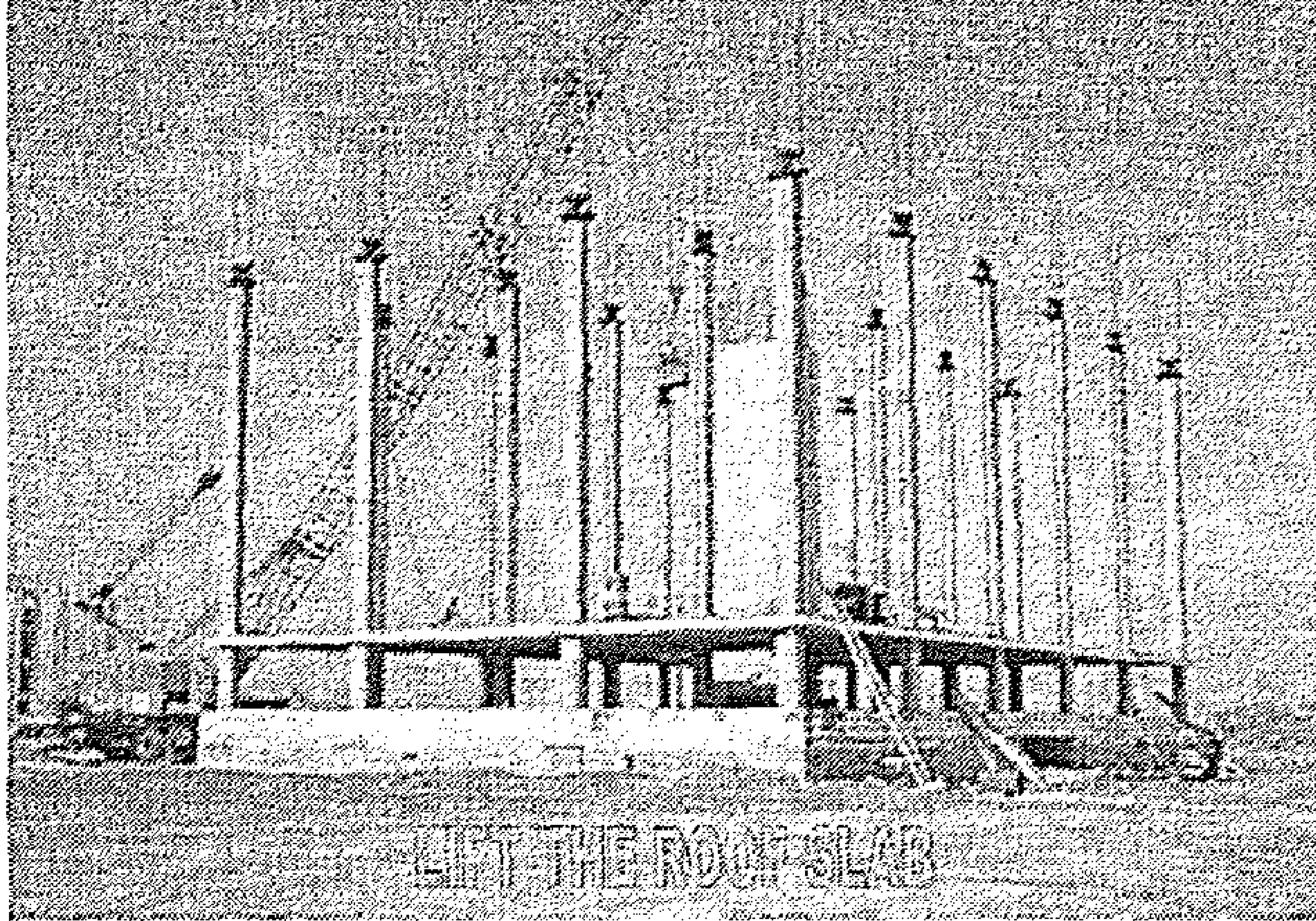




شكل (١) مناولة وتشوين الأعمدة



شكل (٢)



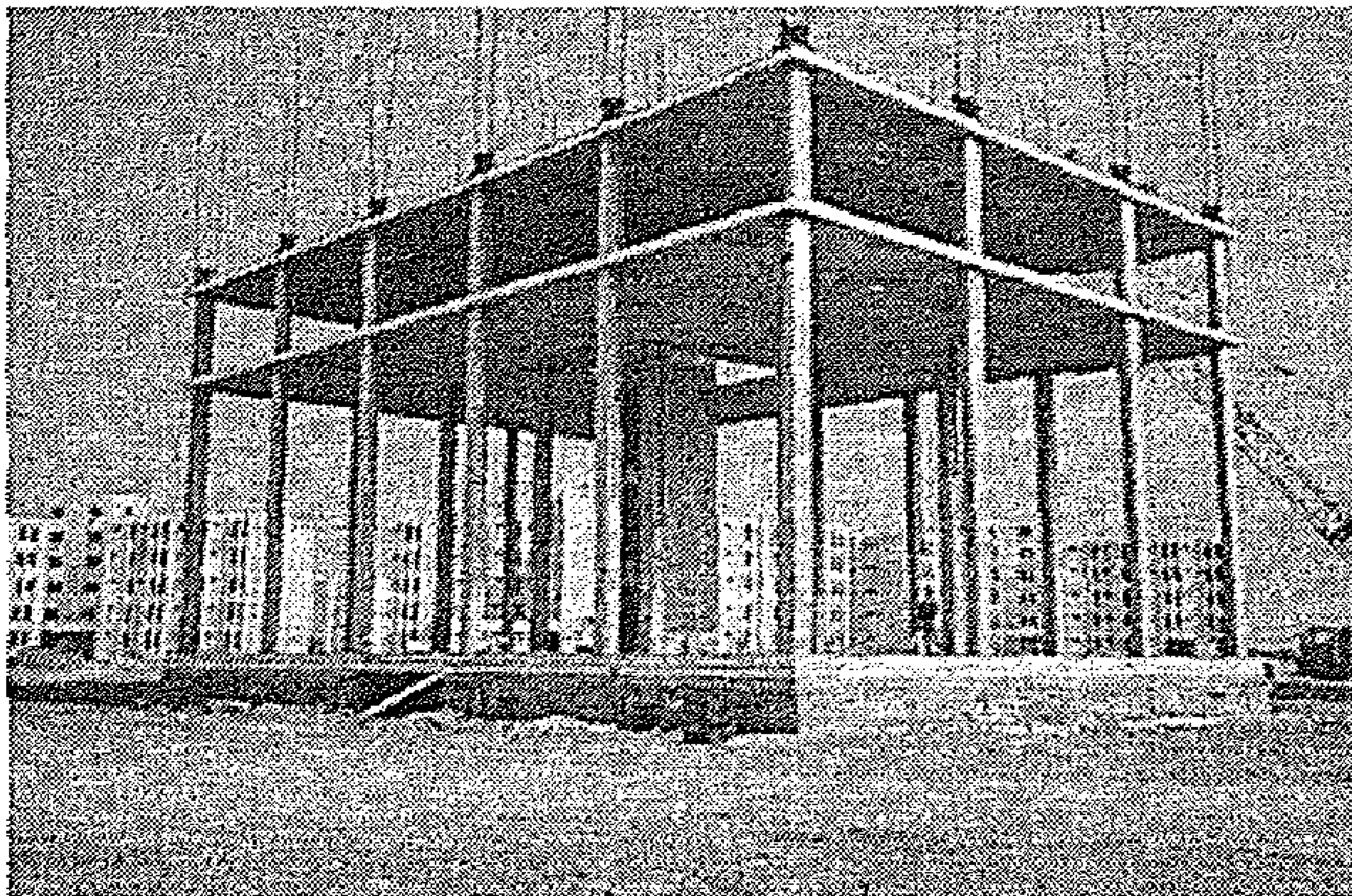
شكل (٢) صب بلاطات الأدوار حول الأعمدة عند منسوب الأرض

خطوات التنفيذ لمبني من أربعة ـوابق :



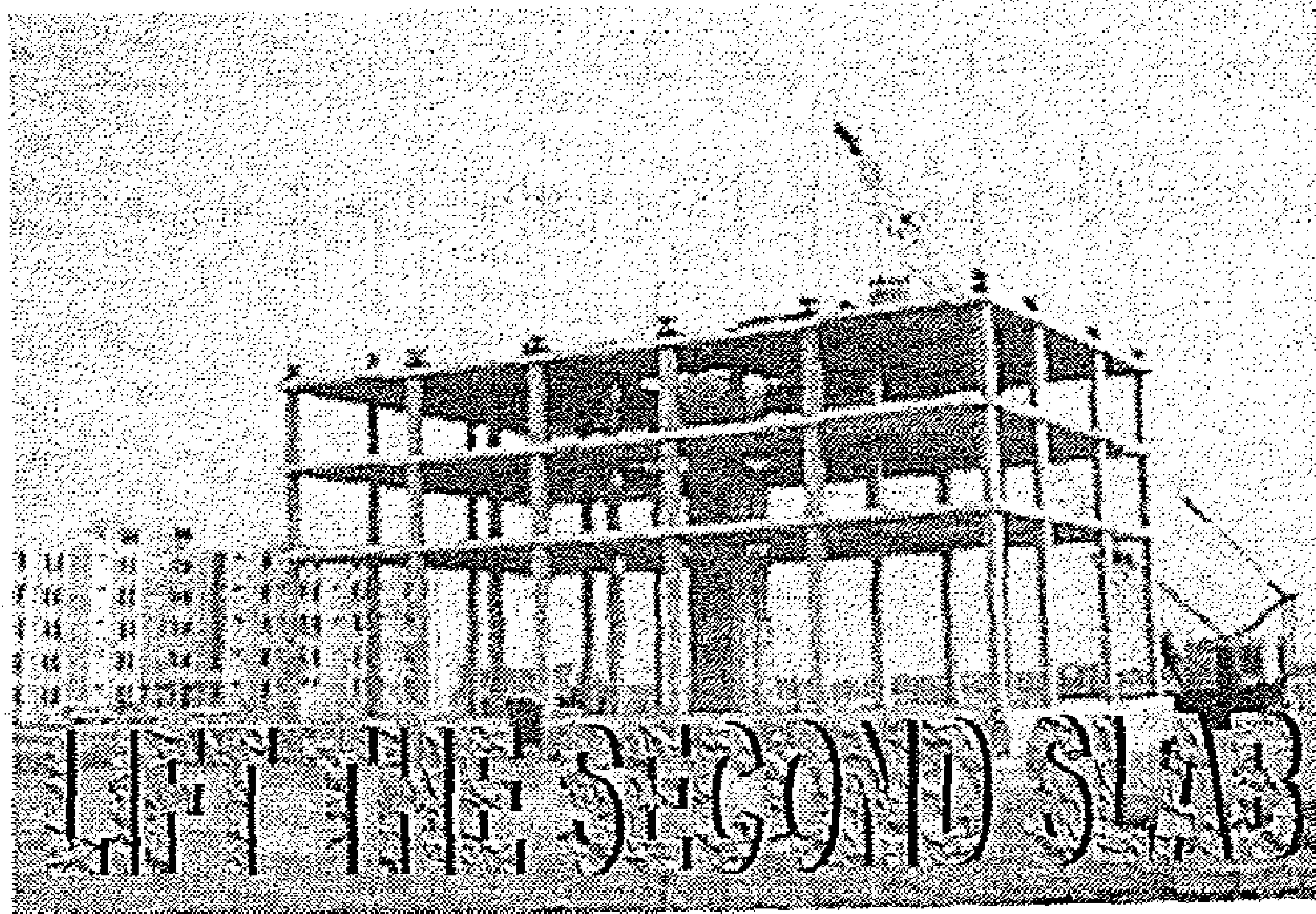
FIX THE ROOF SLAB

رفع و تثبيت السقف الأخير في الأعمدة عند منسوب السطح

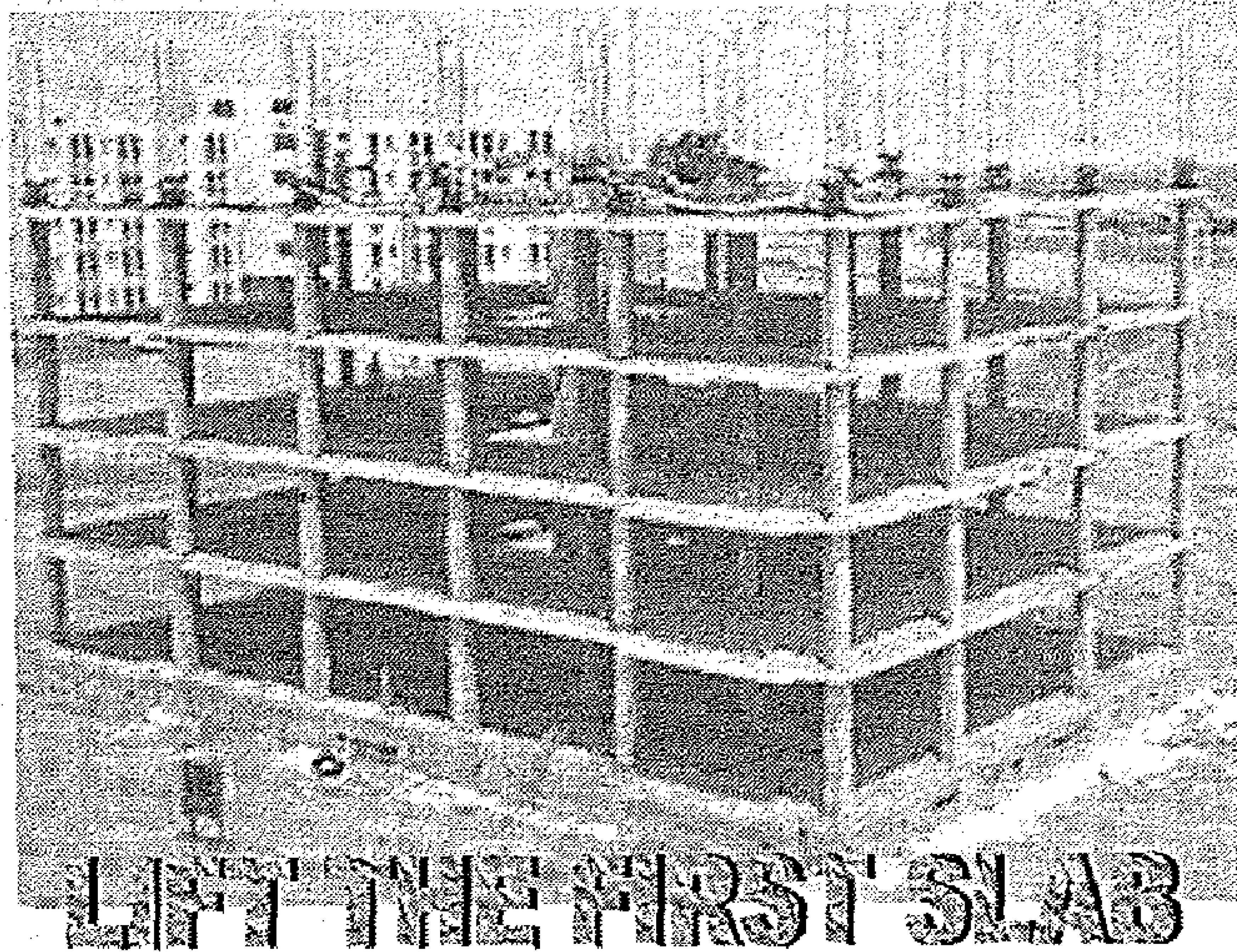


LIFT THE THIRED SLAB

رفع السقف التالي قبل الأخير – الثالث



رفع السقف الثاني وتثبيته في الأعمدة



تركيب السقف الأول مع تثبيته في الأعمدة

شكل (٢) خطوات رفع البلاطات

مكونات النظام و ـريقة العمل :

١- القميص (الجاويط) :

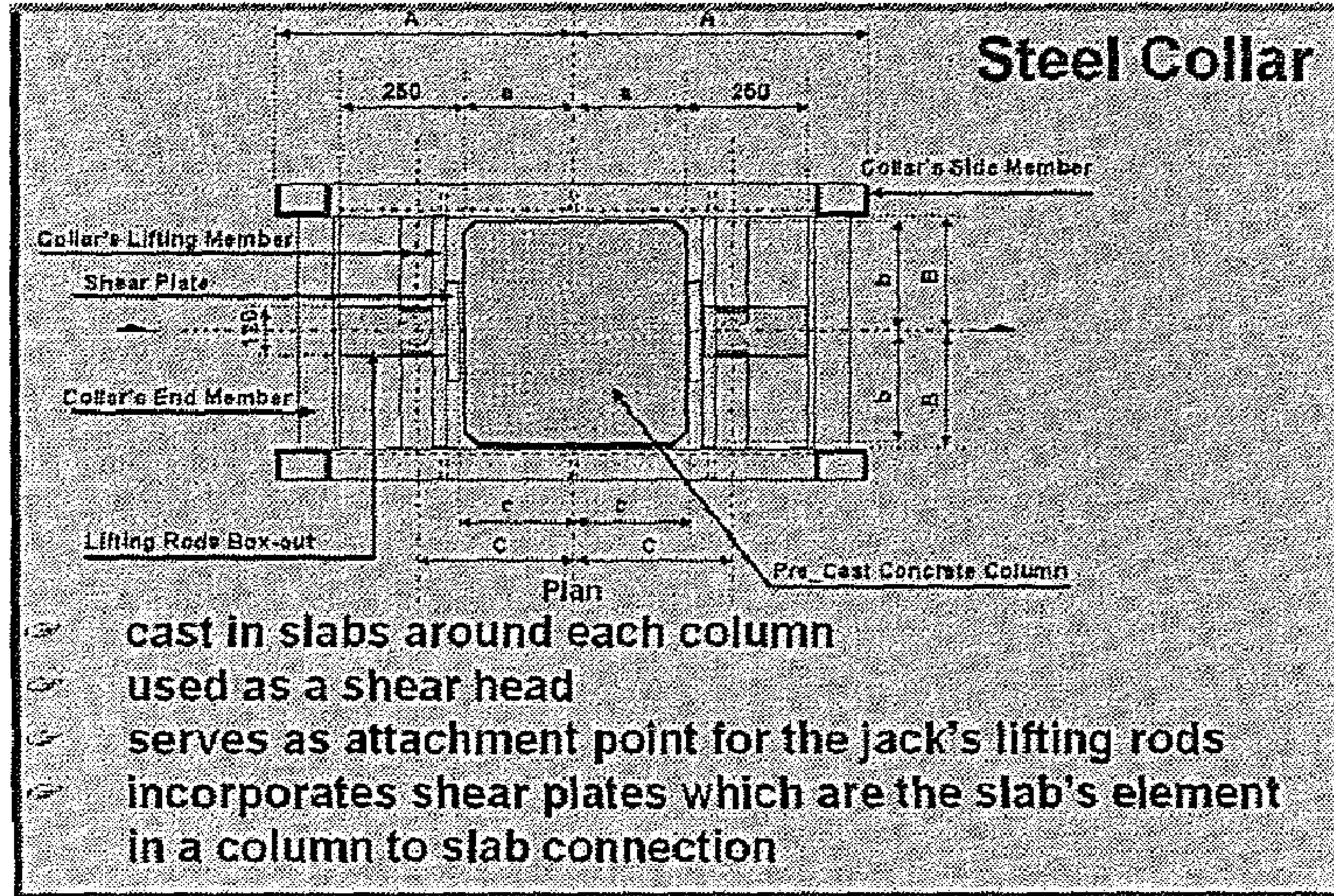
هو عبارة عن قاعدة خرسانية بها تجويف ، الغرض من هذا التجويف هو وضع العمود الخرساني بداخله - شكل (٩) . تحدد الأبعاد طبقا للتصميم . تضبط أفقية وقاع الجاويط بدقه بواسطة ميزان القامة وعلي المحاور . يوضع لوح حديدي يثبت في قاع الجاويط بواسطة نوع من الأسمنت العالي المقاومة . يوضع العامود بداخل التجويف ويملأ الفراغ حوله بالخرسانة العادية .

أما السملات ، فترتكز بأطرافها علي القميص ، وتحدد مسافة الركوب من التصميم. تكون السملات سابقة الصب وتركب مباشرة في الموقع – شكل (٩) .

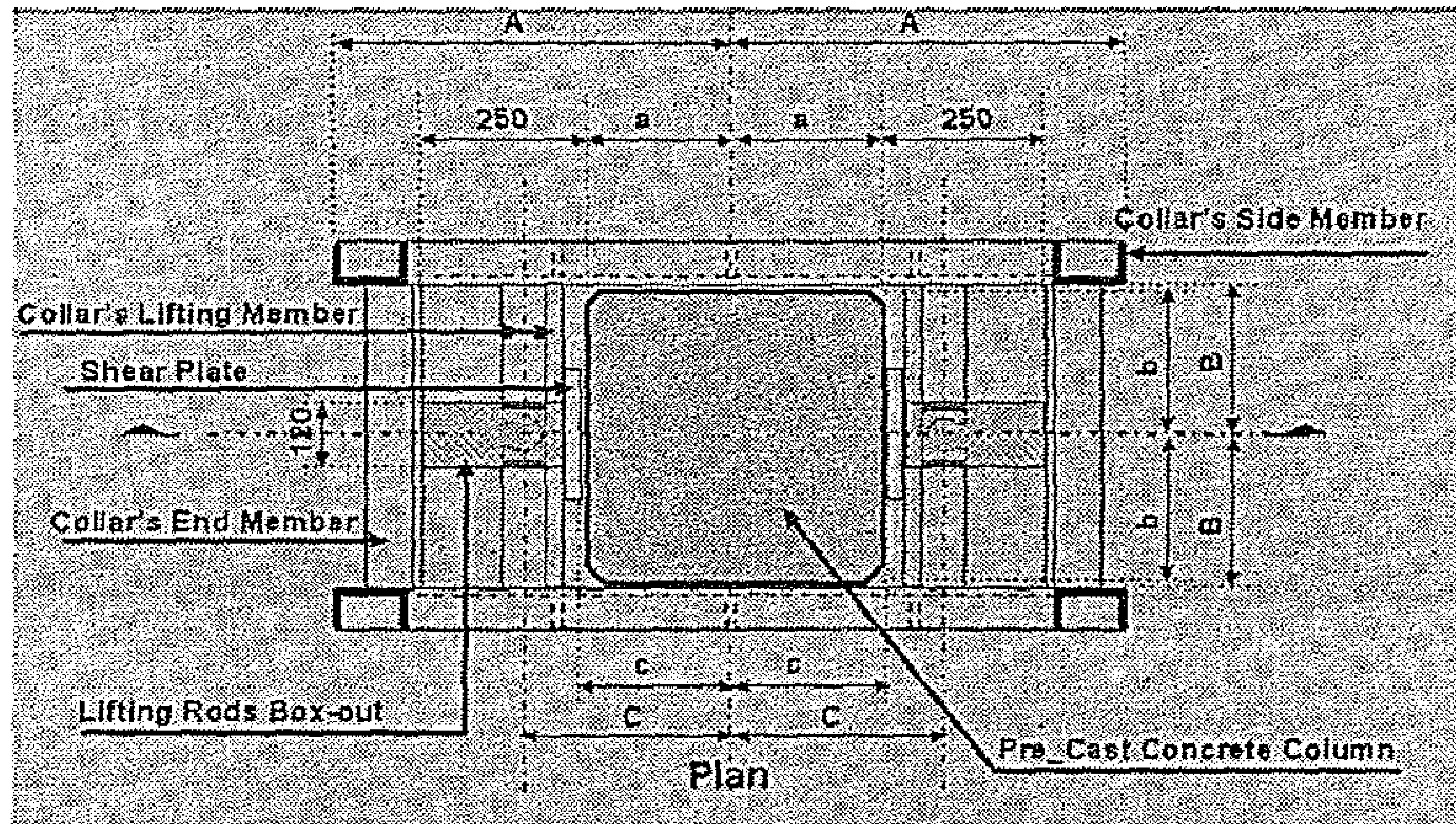
٢- الكولار : Collar

هو عبارة عن هيكل حديدي مكون من كمرتين مجري مثبتتين معا بزاويتين من الحديد، كل زاوية مقواة بلوح معدني ملحوما فيها يسمي لوح القص – Shear Plate – شكل (٣) . والأربعة قطع تكون تجويف العمود . فائدة هذا الكولار تتم بعد تثبيته في البلاطة ، حيث ينقل الحمل من البلاطة إلي العمود .

Lift Slab Connection Elements



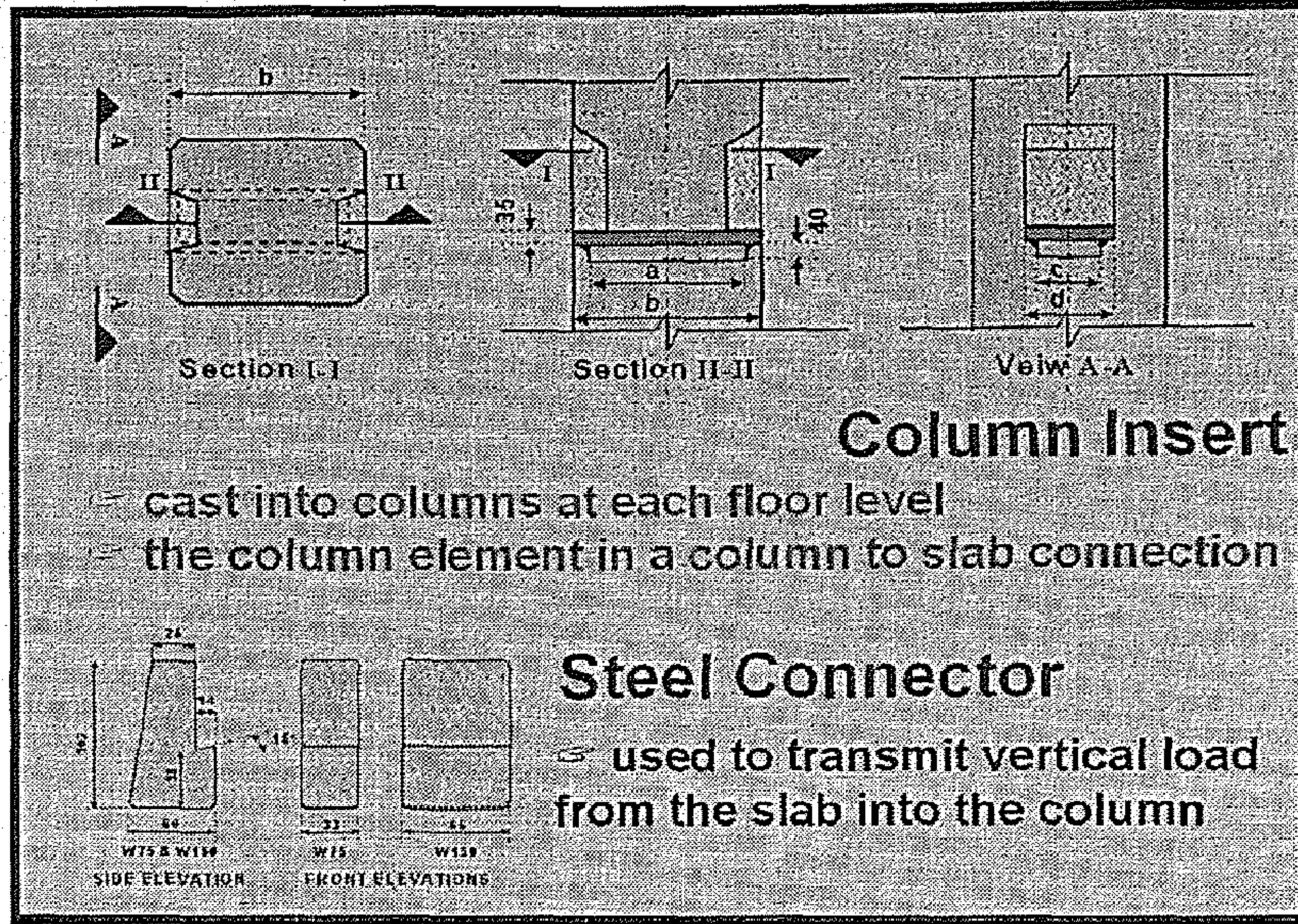
الكولار



شكل (٣) الكولار

٣ – الأنزرت : Insert

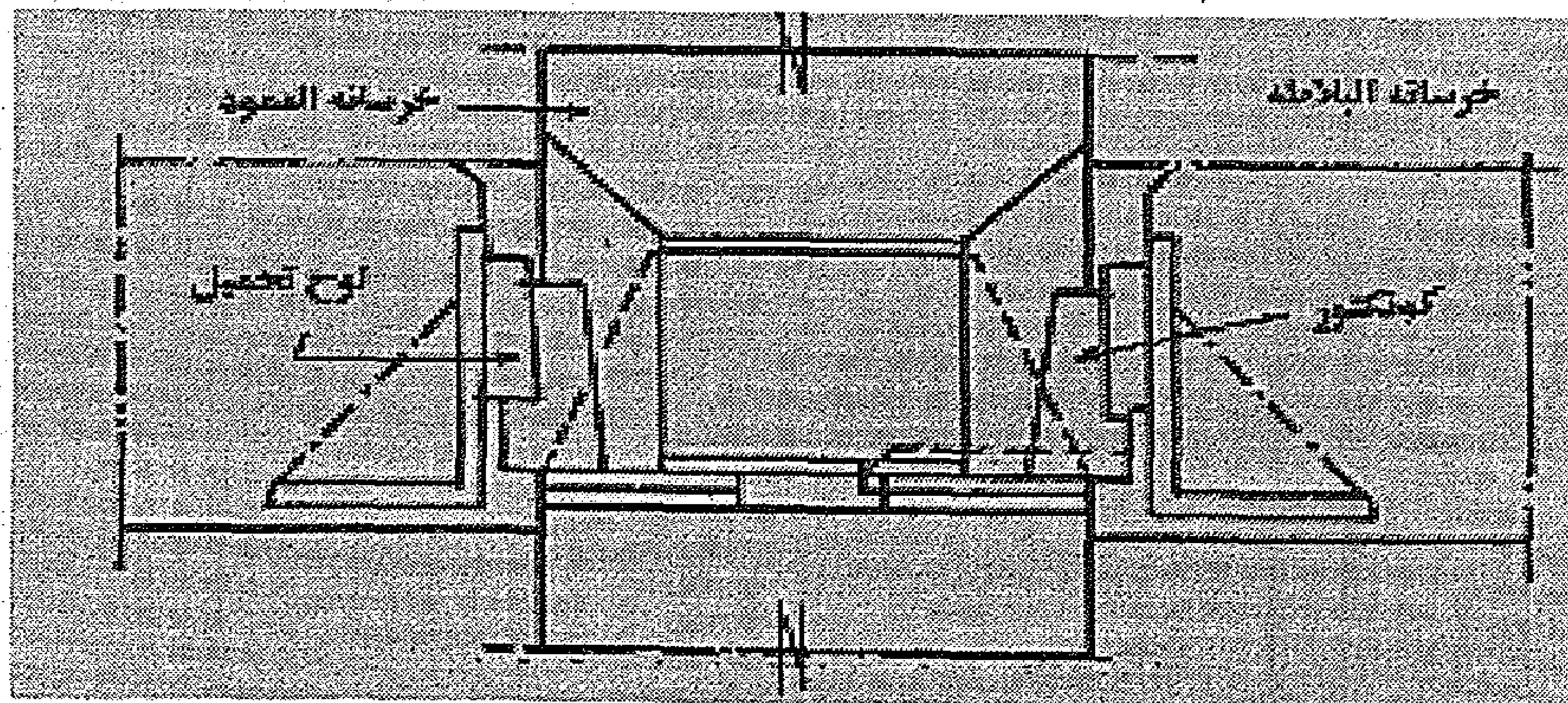
هو جزء من كمره معدنية توضع قبل صب العمود وعلي ارتفاع معين يكـــون عنـــد منسوب الدور تماما لــترتكز عليه البلاطة بعد رفعها . يجب أن تكون أحرفه موازية تماما لأحرف العمود ولا يتعدى الفرق المسموح به عن ١مم كل ٥٠ مم – شكل (٤) .



شكل (٤) الإنزرت والكونكتور

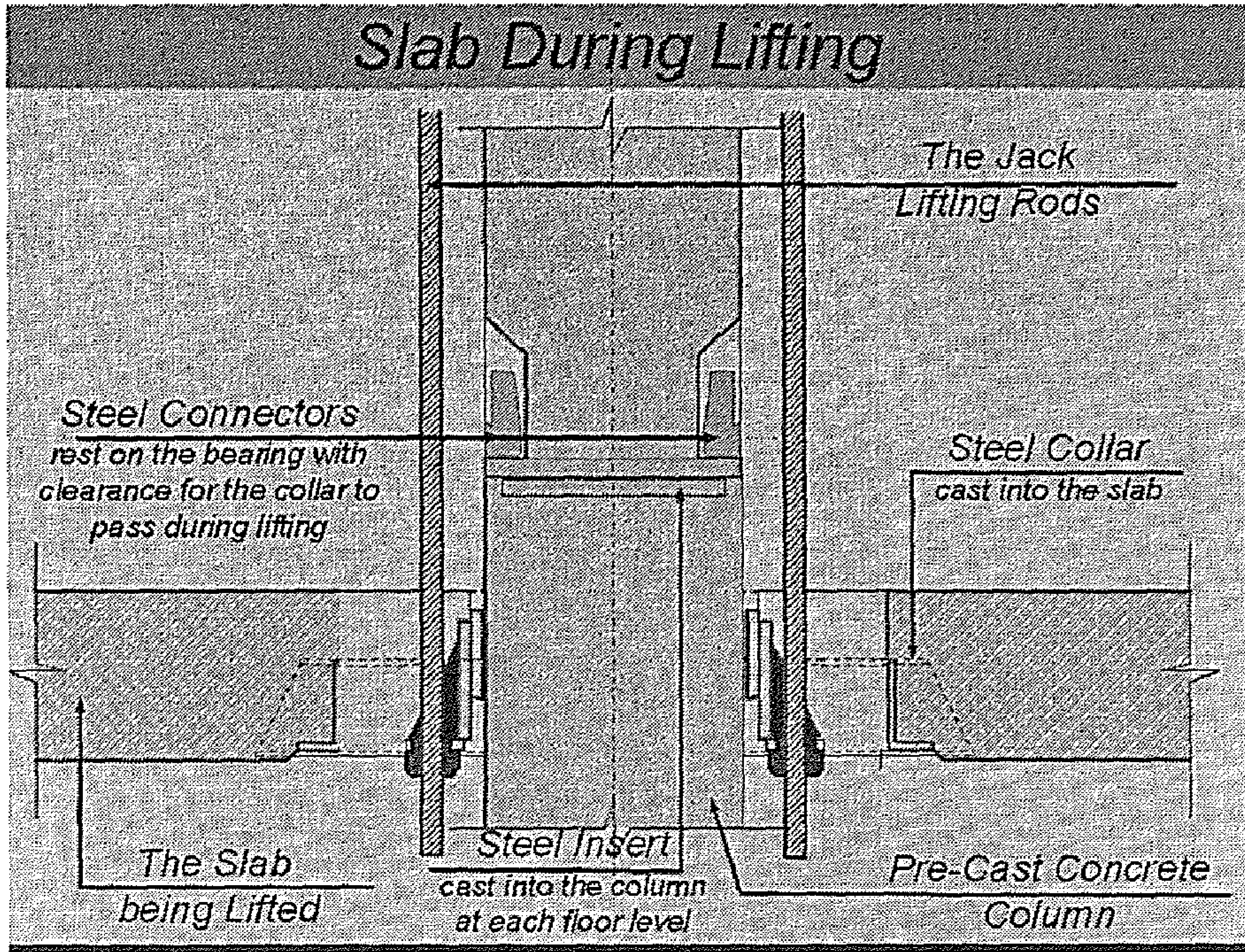
٤ – الكونكتور : Connector

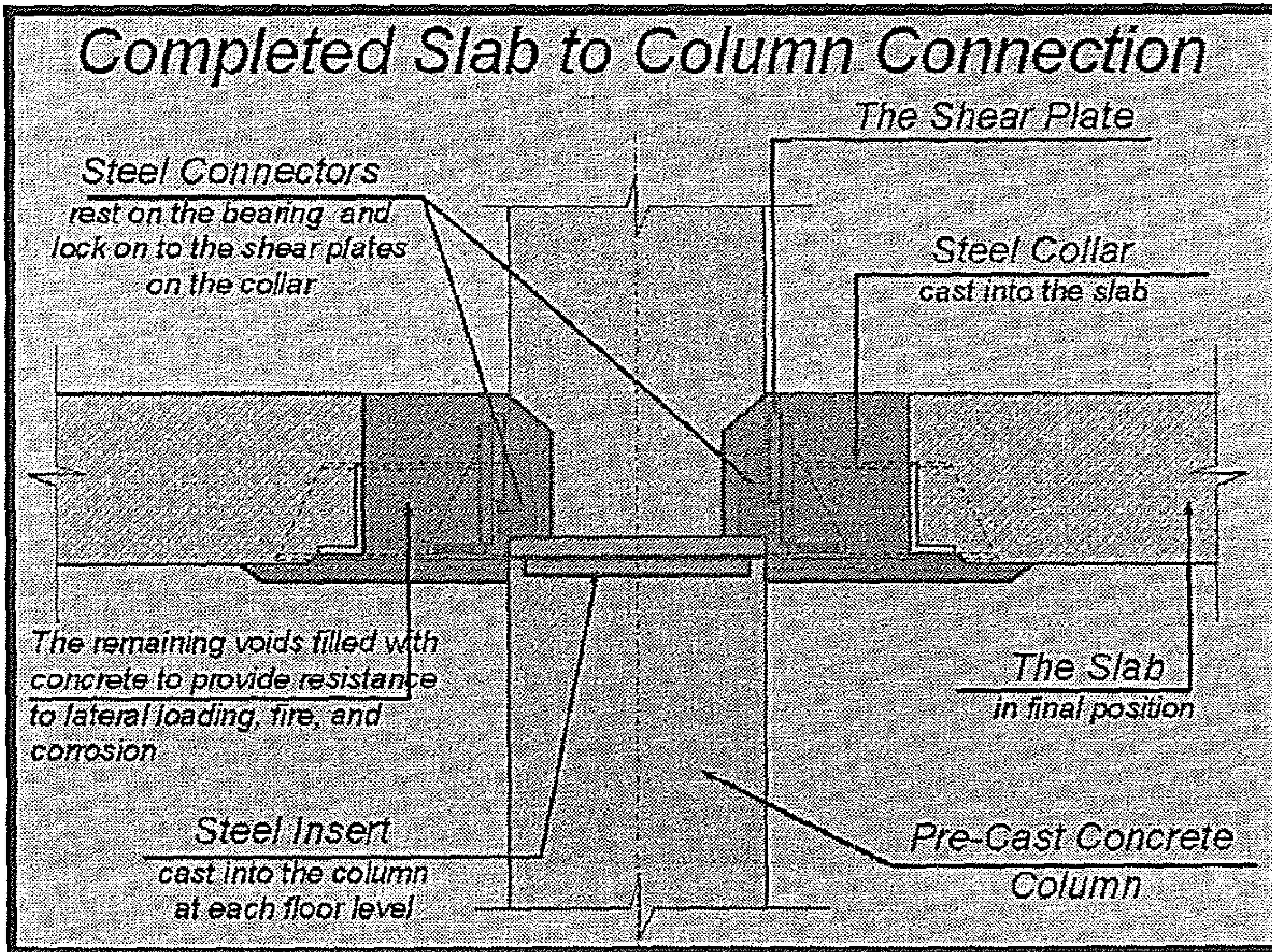
هو عبارة عن كتلة حديدية يرتكز عليها لوح القص لنقل حمل البلاطة إلى العمـــود – شكل (٥) . ولإيضاح تفاصيل رفع البلاطات (من منسوب سطح الأرض) – شكل (٥) قضبان الرافعة مثبتة أمام الكولار والمصبوب علية داخل البلاطة .



شكل (٤) الكونكتور

تفاصيل رفع البلاطة وتثبيتها مع العمود – شكل (٥) :





شكل (٥)

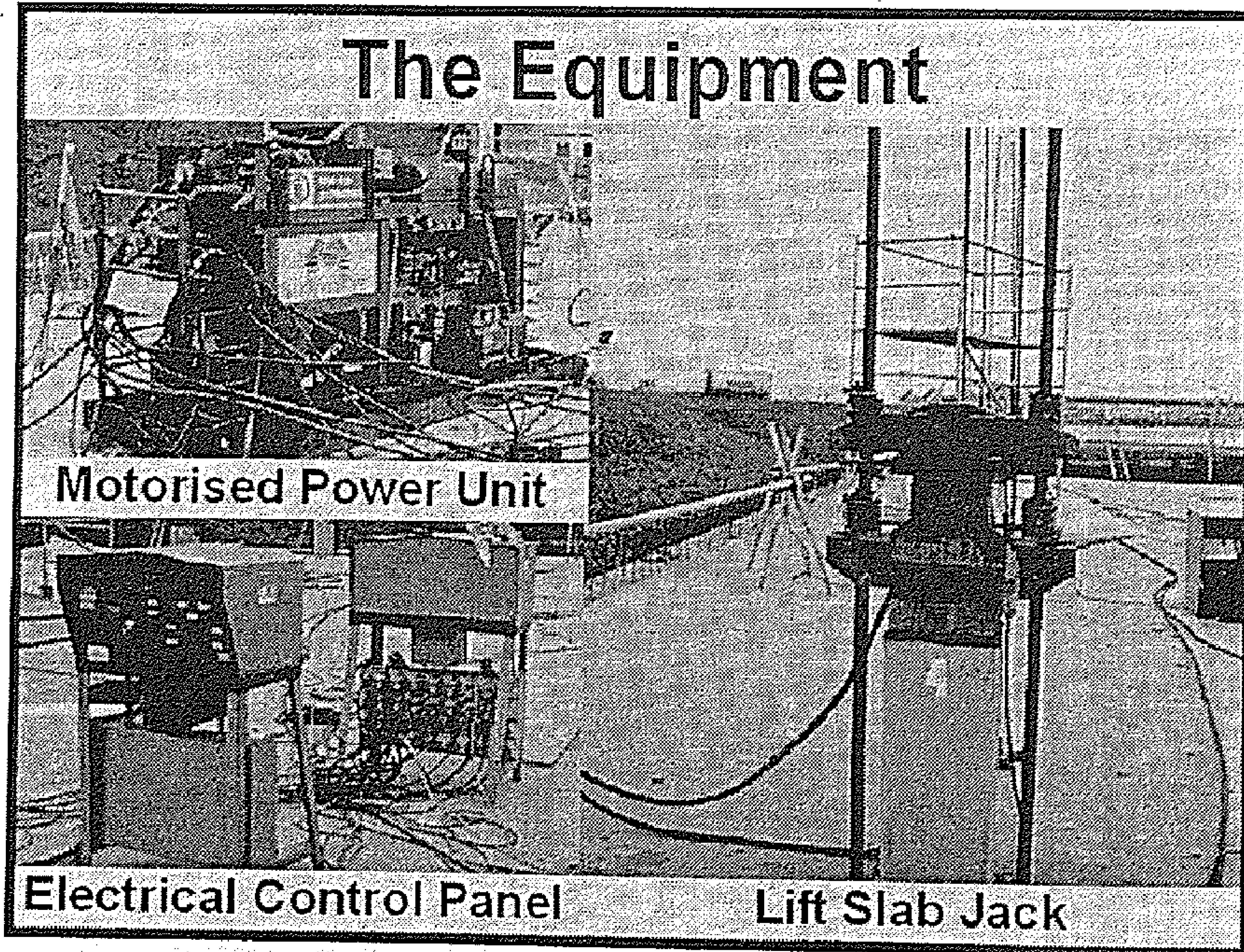
تفاصيل رفع البلاطة وتثبيتها مع العمود

نظام الرفع :

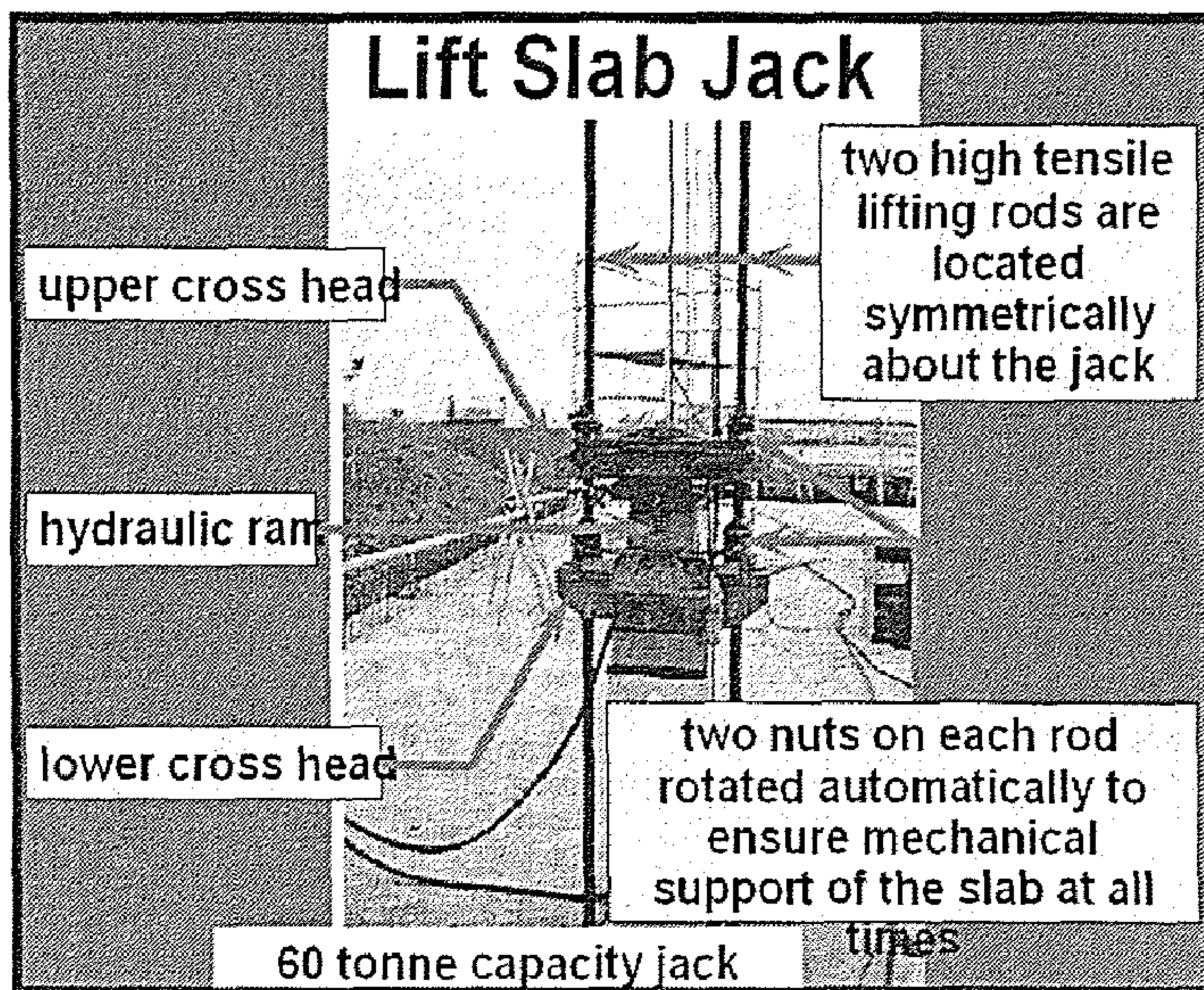
تتكون معدات الرفع من الأجزاء الـــتالية :

١ – الروافع Hydraulic Jack :

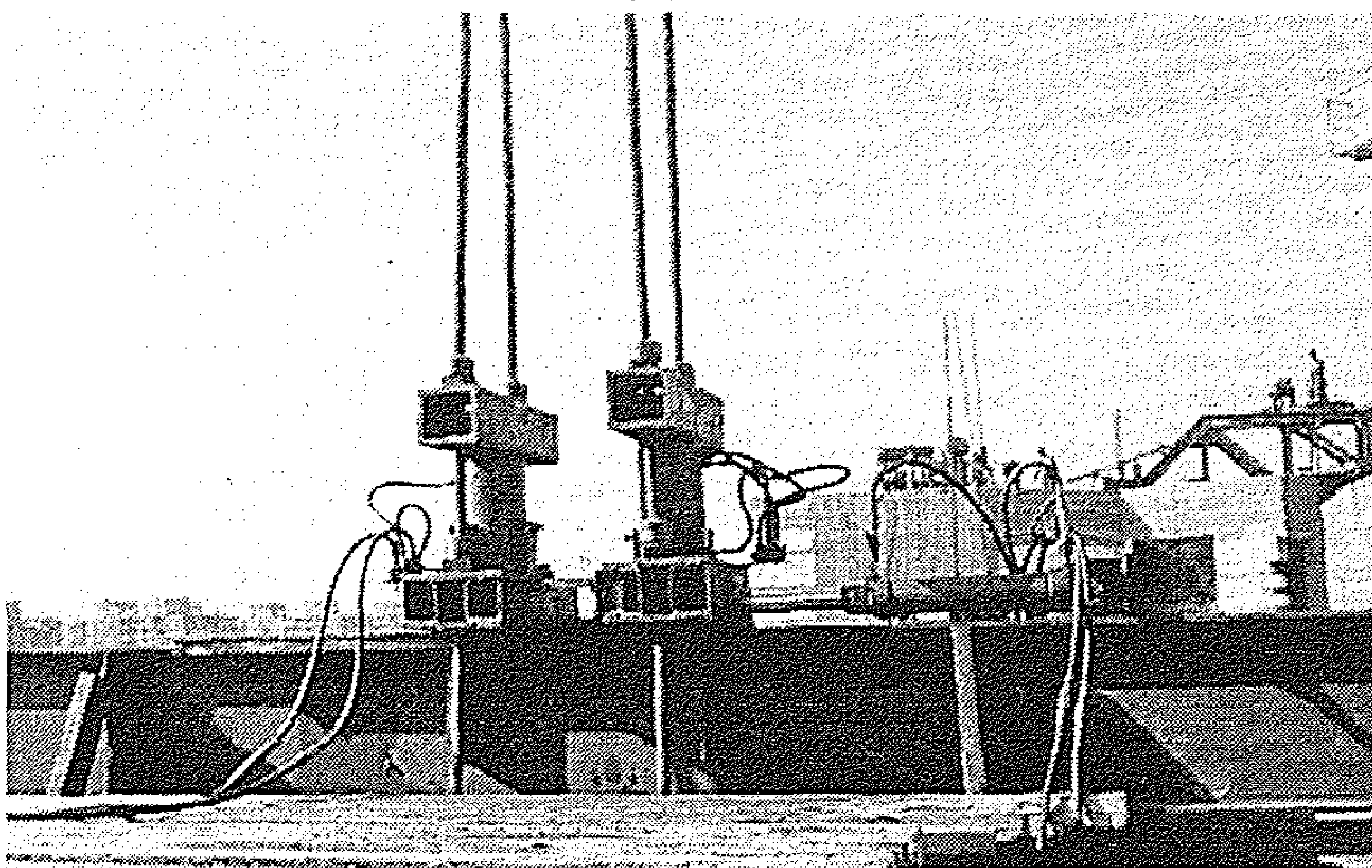
تتـــكون من رافعة هيدروليكية ، تعمل بضغط الزيت ، مشوارها = ٢/١ " ، توضـــع علي قمة كل عامود . يتصل بالرافعة ٢ عمود حديدي عالي المقاومة و مقلوظ بكامله يتدليان من رأس معدني محمل علي الرافعة عند قمة العامود ليصلان إلى الجسم المراد رفعه . ويمكن مد طول الأعمدة الحديدية المـــذكورة لأي طـــول مطلـــوب . يتـــصل بالأعمدة الحديدية صواميل الرفع (فوق وتحت الرافعة) – شكل (٦) . عنـــد انفـــراج الرافعة ، يتم الـــتحميل علي الصواميل العليا والسفلي للرافعة لـــتقوم برفع المنـــشأ . عند انكماش الرافعة ، تدور الصامولة السفلي إلى أعلي ليتم تحميل الرافعة مره أخري (أتوماتيكيا) ثم تبدأ في الانفراج مرة أخري وهكذا . طاقة كل رافعـــة = ٥٠ طـــن ، وتتراوح مسافة الرفع من ١,٢٥ – ٣ متر / ساعة . الرفع الاقتصادي يكون بارتفـــاع ٣٠ – ٤٥ متر .



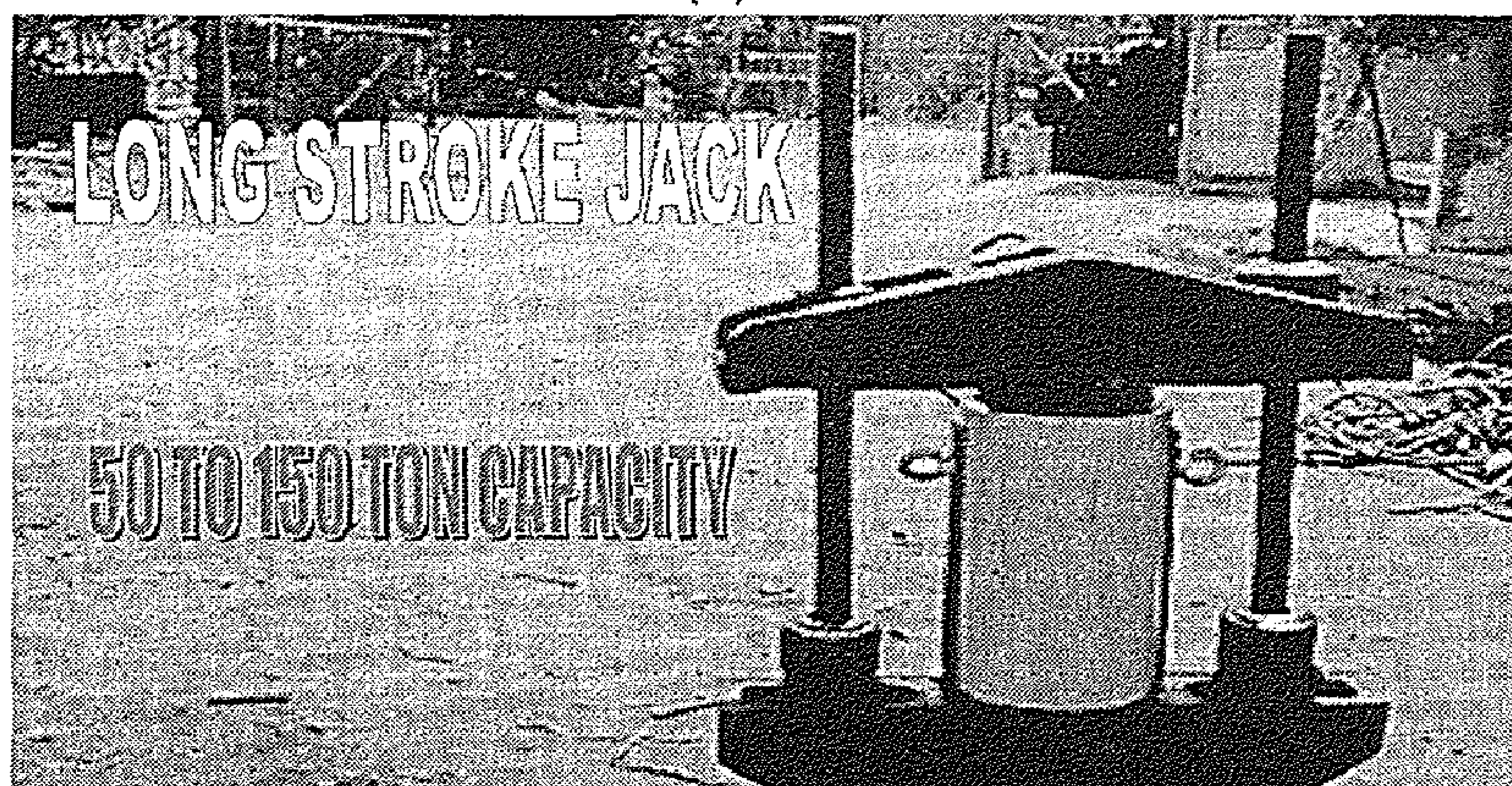
شكل (٦)

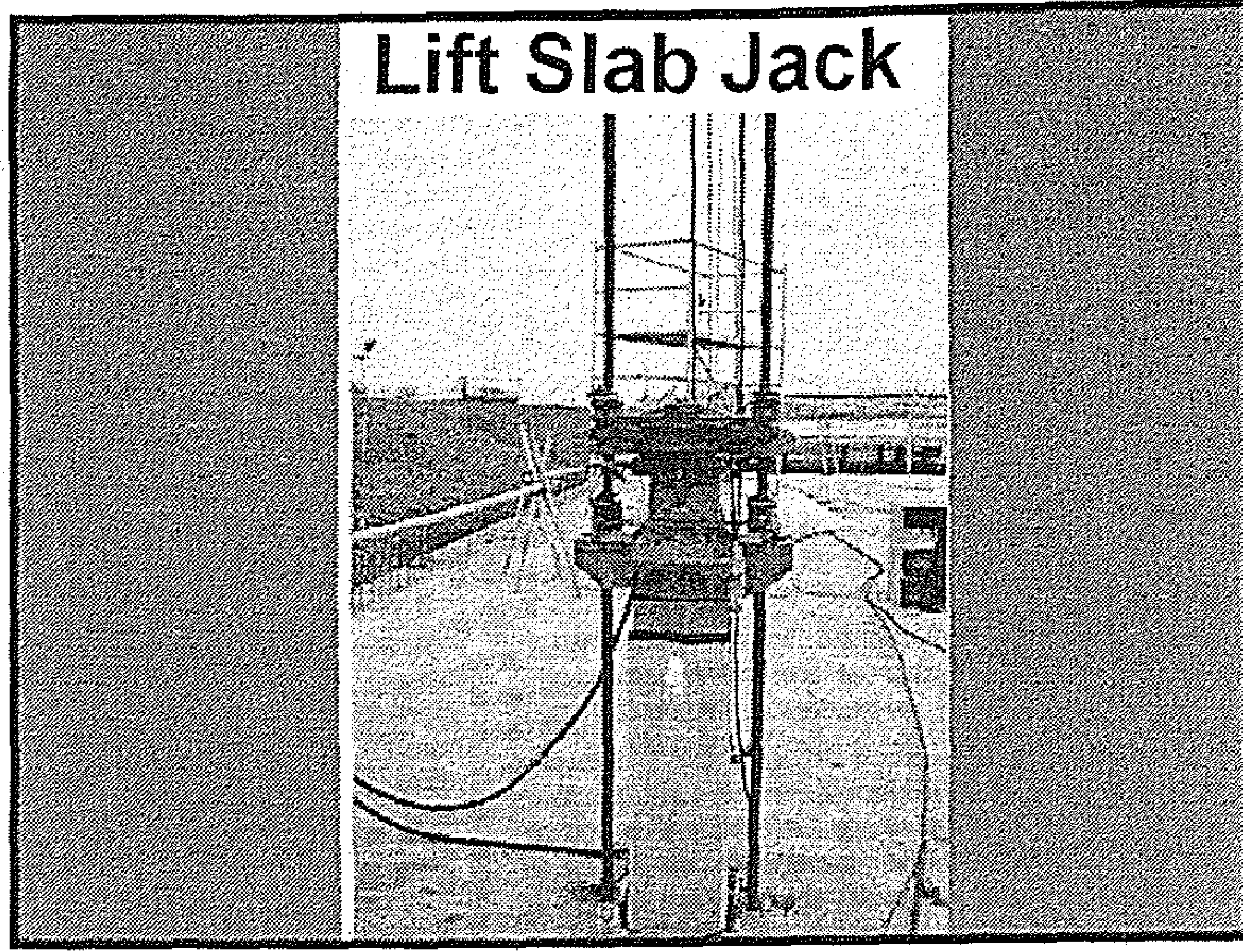

Lift Slab Jack
two high tensile lifting rods are located symmetrically about the jack
upper cross head
hydraulic ram
lower cross head
two nuts on each rod rotated automatically to ensure mechanical support of the slab at all times
60 tonne capacity jack

شكل (٦)



شكل (٧)


LONG STROKE JACK
50 TO 150 TON CAPACITY



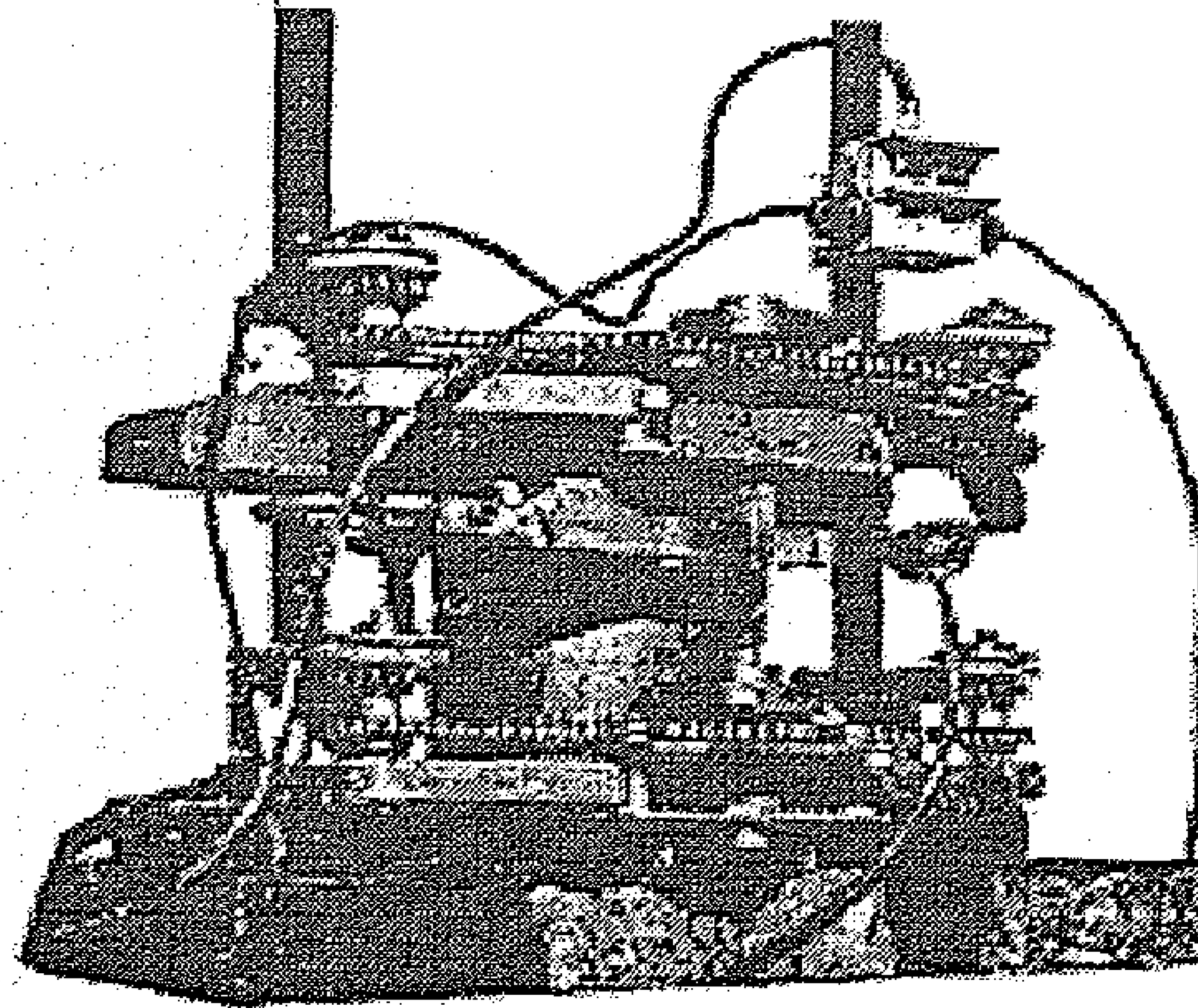
شكل (٦) الروافع

٢ - وحده الـتحكم : Control Console

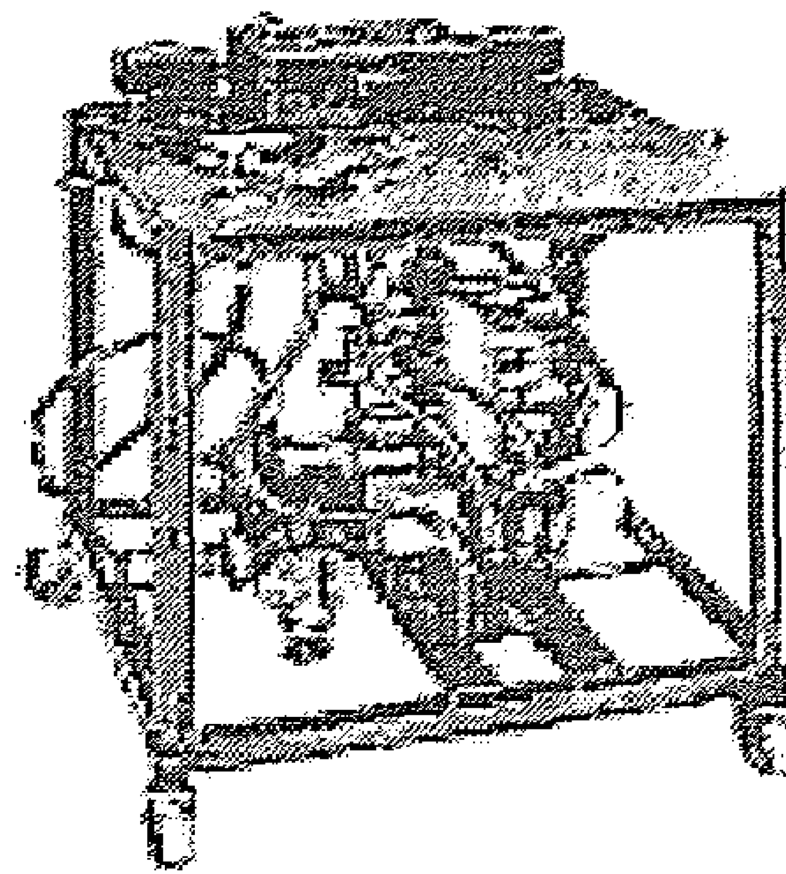
تقوم وحده الـــتحكم بضخ الزيت الوارد لها من مضخة الزيت إلى الروافـــع بـــشكل متساوي حتى لا تكون هناك روافع أعلي من روافع . وفي حالة إخفاق أي رافعه من العمل - لعطل مثلا - فأن باقي الروافع تتوقف تلقائيا شكل (٧) .

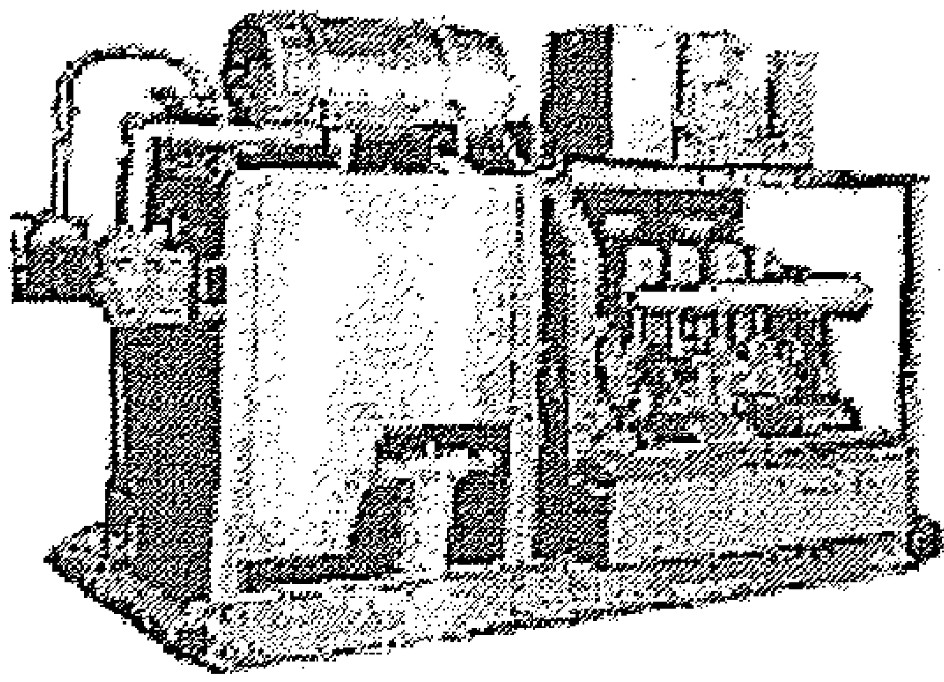
٣ - مضخة الزيت : Power Unit

تتكون هذه المضخة من طلمبه ضغط عالي تعمل بماكينة ديـــزل لإعطـــاء الـــضغط الهيدروليكي المطلوب الذي يذهب بدوره إلى وحده الـــتحكم - شكل (٧)



الروافع الهيدروليكية





وحدة التحكم   مضخة الزيت

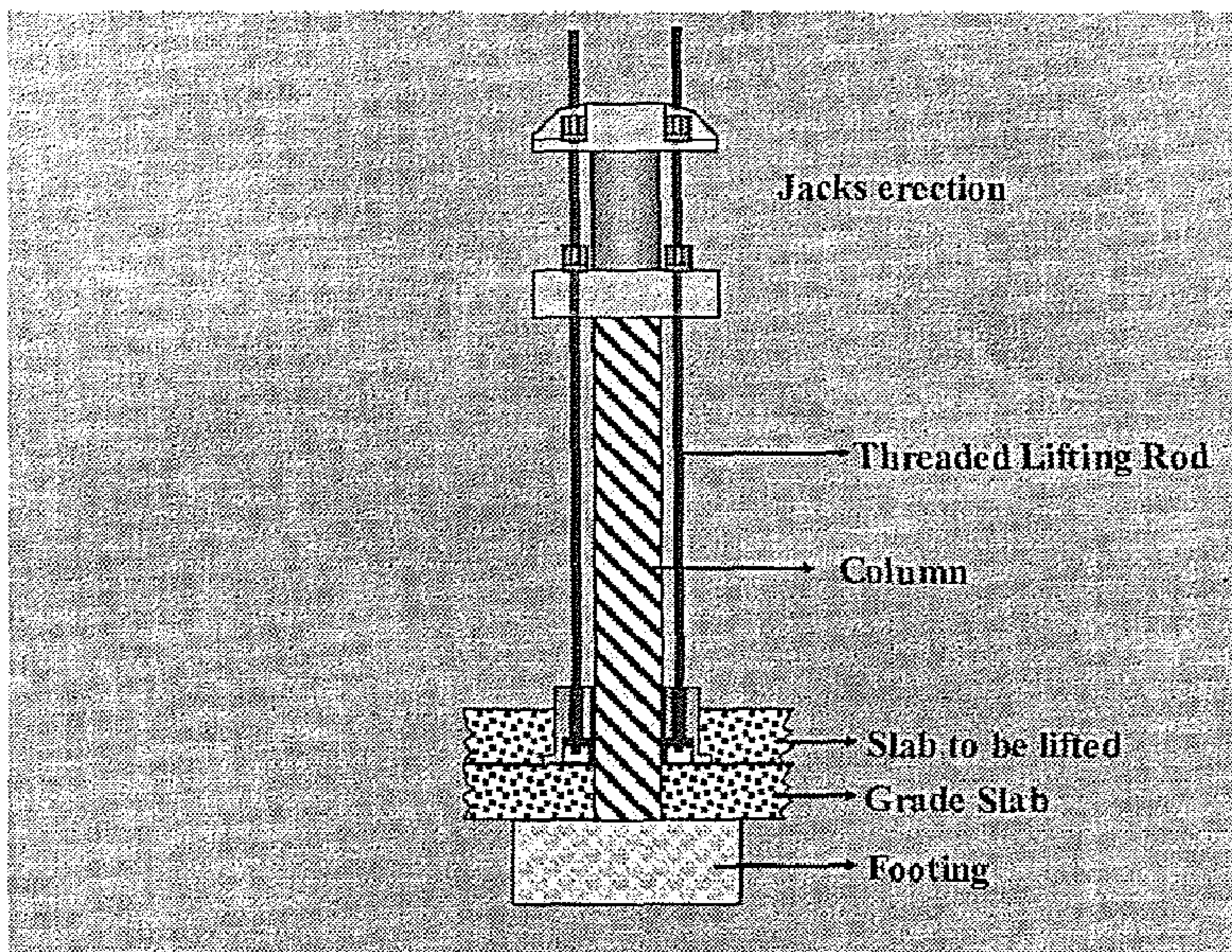
شكل (٧)

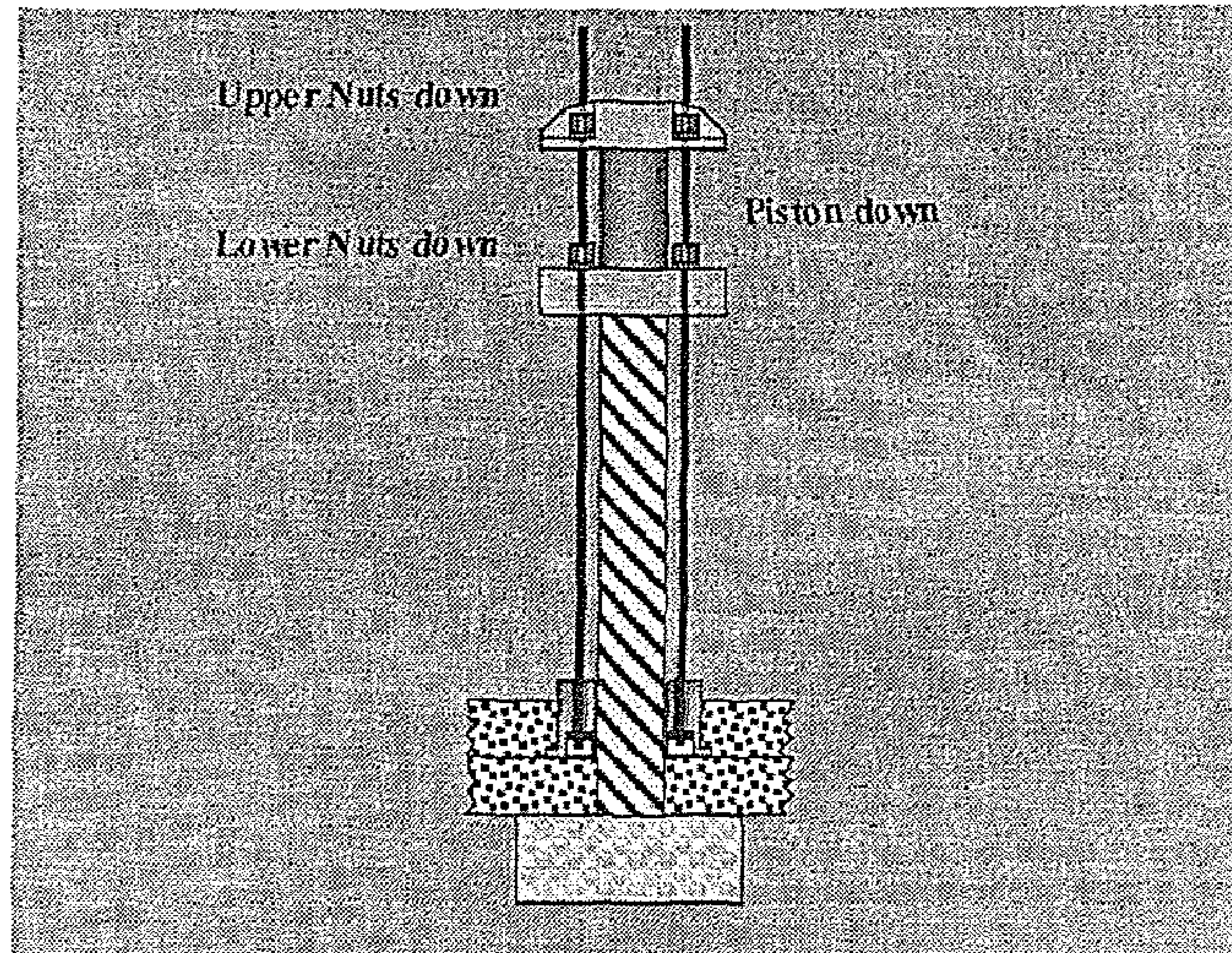
وحدة التحكم – يظهر أيضا الروافع الهيدروليكية وكذا مضخة الزيت

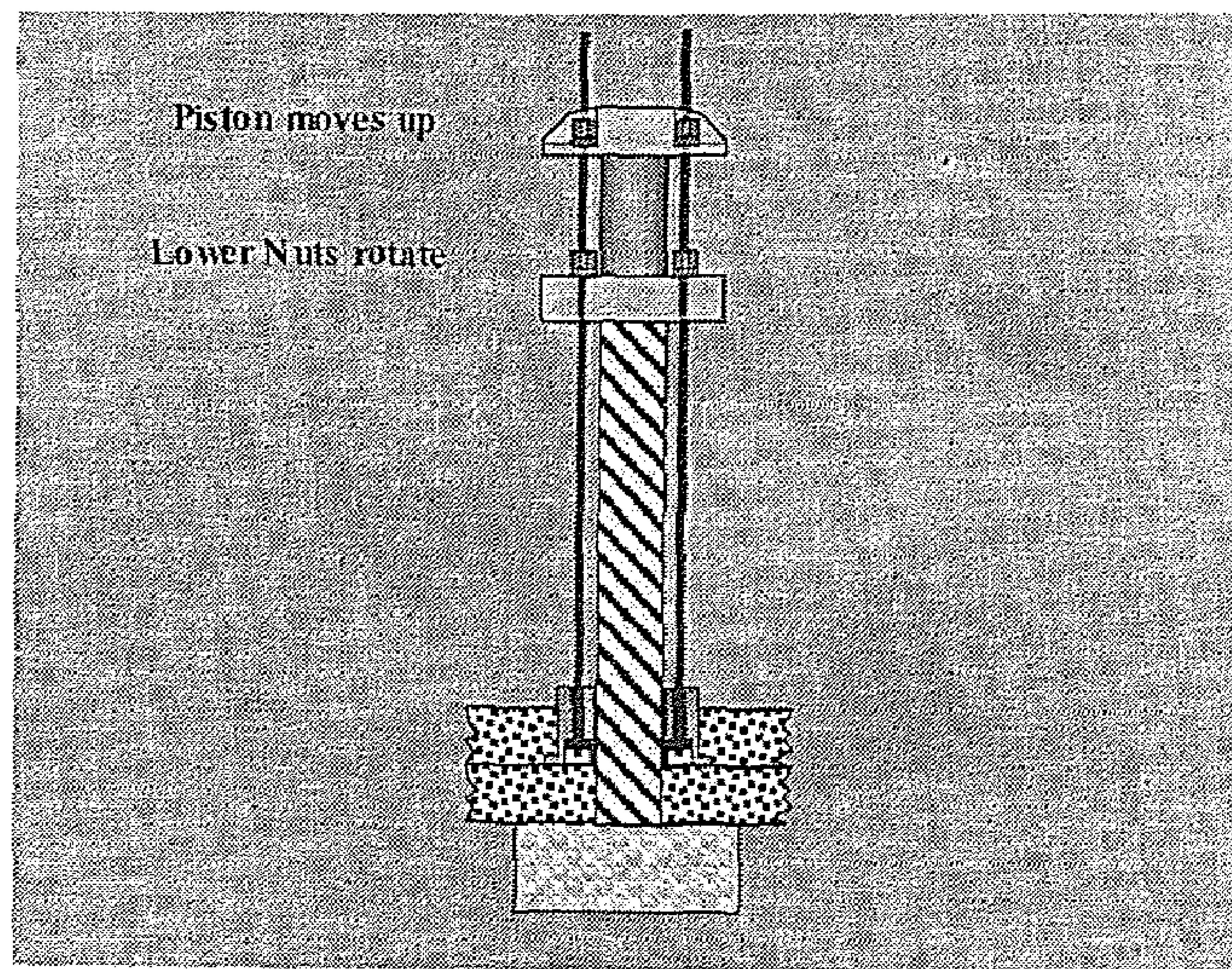
الروافع :

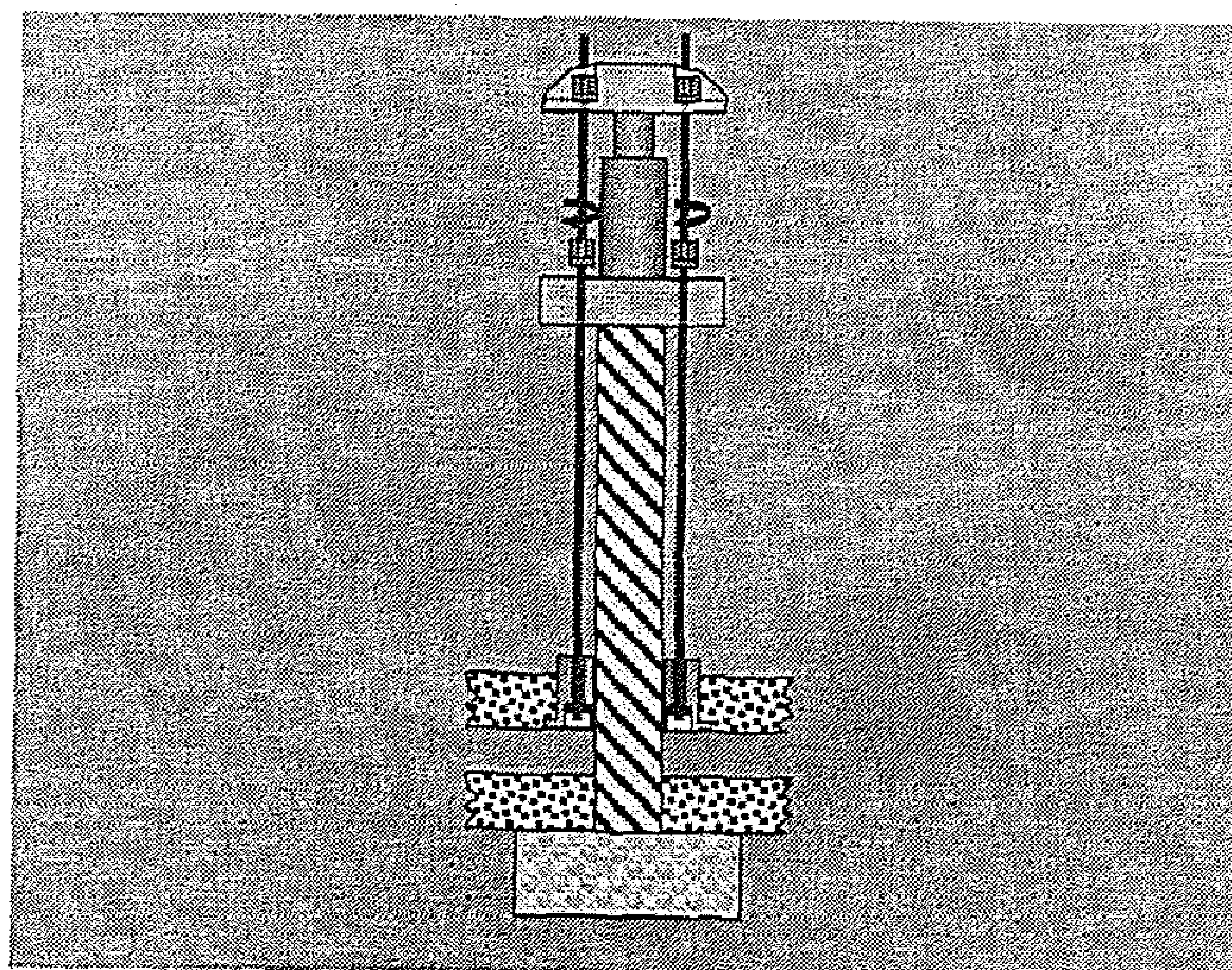
كيف تعمل الروافع ؟

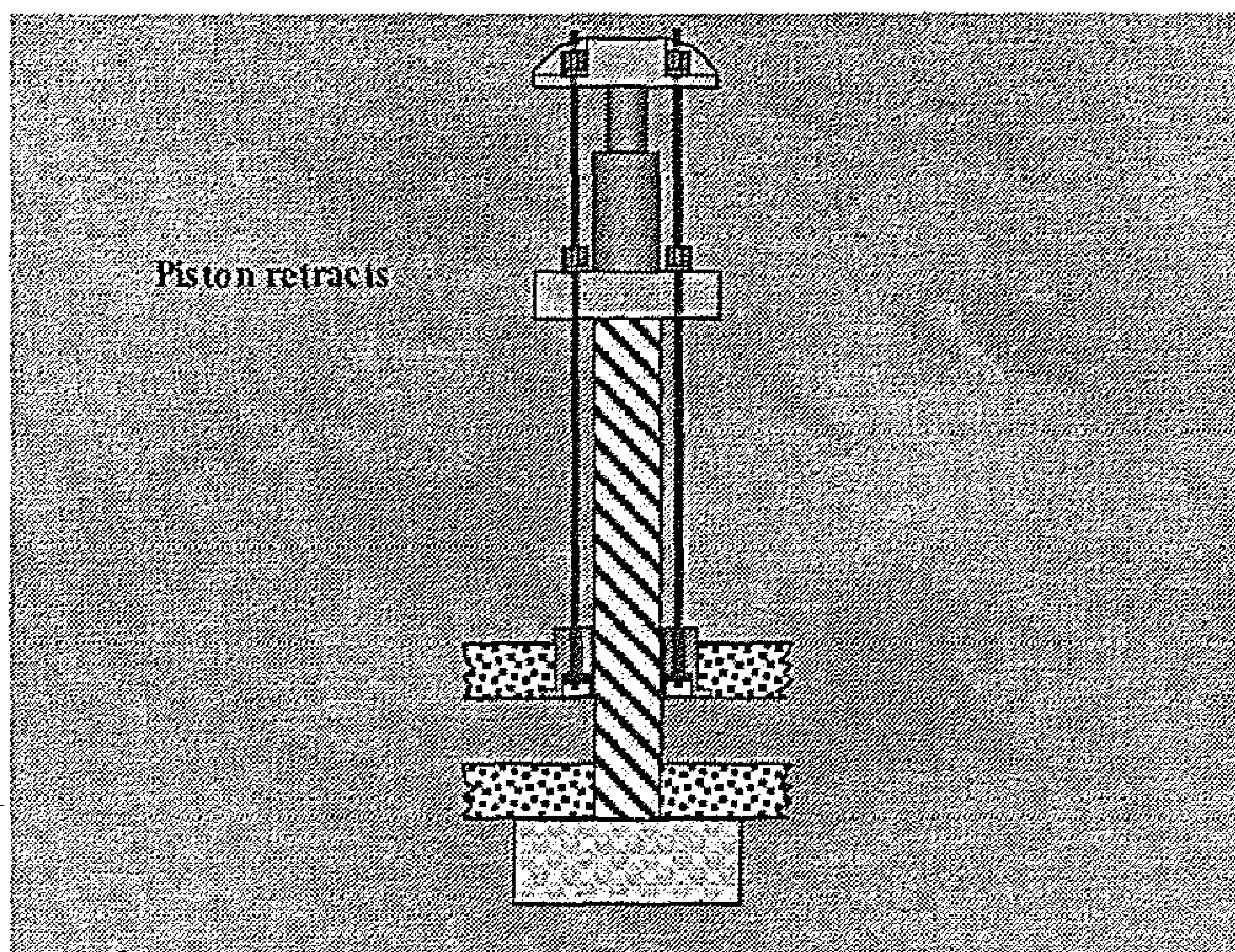
شكل (٨) .

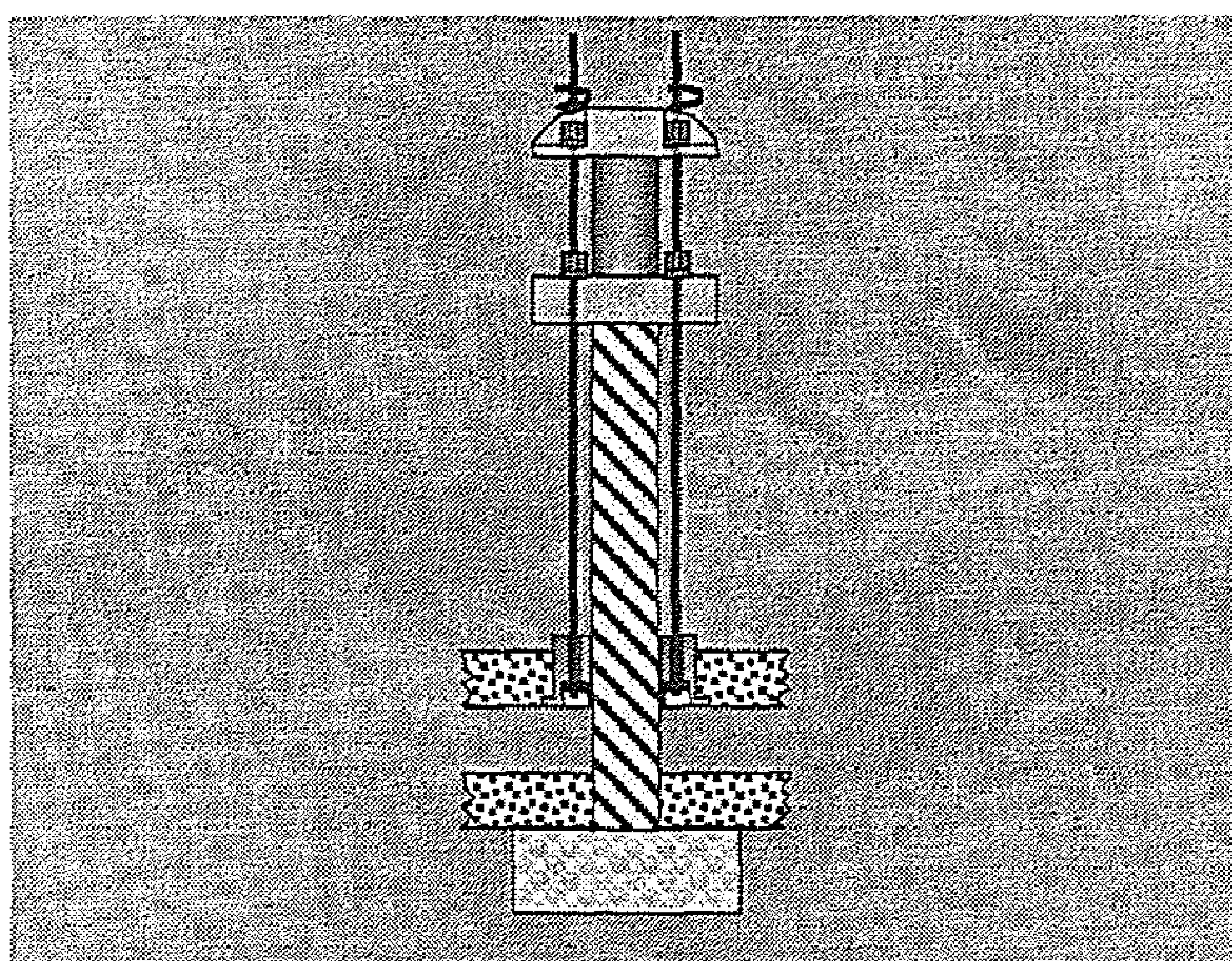


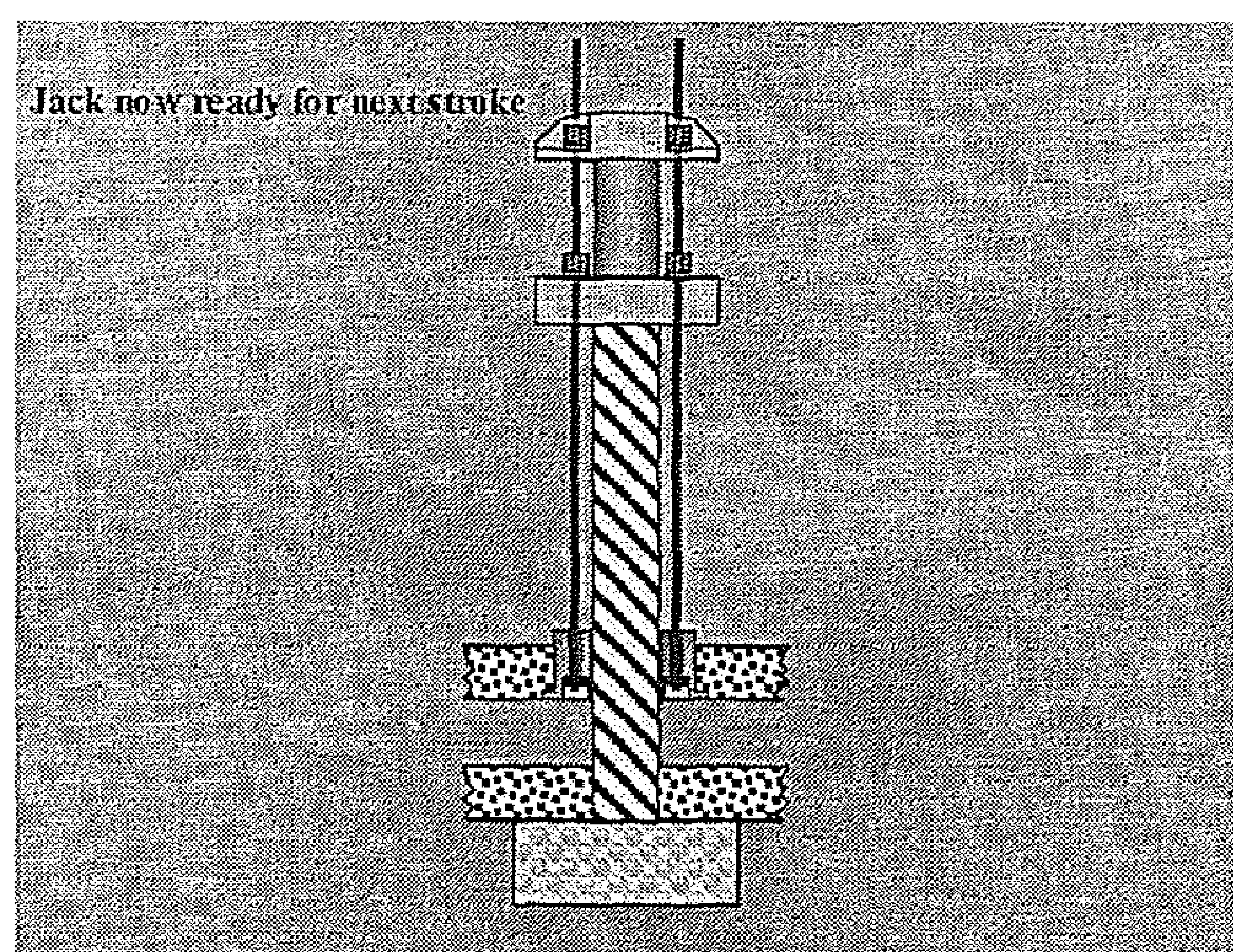

Upper Nuts down
Piston down
Lower Nuts down


Piston moves up
Lower Nuts rotate









شكل (٨) طريقة عمل الروافع

طريقة الإنشاء :

أولا : تجهيز الأعمدة :

١ – تكون هذه الأعمدة سابقة الصب ويكون طولها = ارتفاع المبني ، كما يكون قطاعها ثابت بكامل ارتفاعها ، يتم وضع حديد التسليح داخل الفرمة ثم توضع الأ نزرتات في أماكنها بدقه بحث تكون أحرفها موازية تماما لأحرف العمود ، كما توضع قطعه من الفوم فوق الأ نزرتات لتخليق تجويف علي شكل مكعب (الذي سيوضع فيه الكونكتور) . تركب هذه الأ نزرتات في أماكنها بكل دقه وعلي الأبعاد المختارة لارتفاع الأدوار . يتم صب هذه الأعمدة في فرم خاصة داخل الورشة . يجب وضع ٢ جنش حديد في أماكن محددة بالعمود قبل الصب بغرض تحميل أو تركيب العمود .

٢ – تصب الأعمدة من خرسانة ممتازة يكون محتوي الأسمنت بها = ٤٠٠ كجم / م٣ ، ولا يرفع العمود من الشدة قبل أن تعطي نتائج اختبار مكعبات الخرسانة ٣٠٠ كجم / سم٢ أو سبعة أيام علي الأقل .

٣ – يتم وضع وتثبيت أعمده بطول يناسب ٥ طوابق ، ويمكن عمل وصلات للأعمدة بعد ذلك لطابقين آخرين .

ثانيا : نقل وتثبيت الأعمدة :

تنقل الأعمدة من الورشة علي جرارات مخصصه لذلك . تثبت الأعمدة في أماكنها المحددة داخل الجاويط ثم يضبط اتجاه العمود بواسطة شد خيط علي المحاور . كذلك تضبط رأسيه العمود بواسطة ٢ ثيودوليت (من الاتجاهين) . تثبت الأعمدة مكانها بواسطة شده مؤقتة معدنية تسمي (برديس) وهي عبارة عن قوائم مائلة تليسكوبية يمكن التحكم في طولها. تصب الخرسانة العادية داخل الجاويط ولا يتم أزالة البرديس قبل تمام شك الخرسانة العادية .

ثالثا : صب البلاطات :

١ – يتم عمل قصة الردم و دمكها جيدا مع تسويتها ثم تصب خرسانة أرضيه الدور الأرضي ، ويراعي أن تكون أفقية تماما مع خدمة السطح جيدا .

٢ – يتم عمل داير (شدات) حول العمارة بارتفاع = ارتفاع البلاطات (الأسقف) المراد رفعها .

٣ – يتم صب بلاطة الدور الأول بالسمك المطلوب مع تثبيت الكولار مع حديد البلاطة بواسطة ميزان مياه.

٤ – بعد اكتمال صلادة الخرسانة ، ترش مادة عازلة عليها مع فرش مشمع بكامل مسطحها . يتم صب البلاطة التي تليها وهكذا حتى يتم الانتهاء من جميع البلاطات .

ملاحظات :

١ – يتم نهو جميع التركيبات الكهربائية داخل البلاطة قبل الصب .

٢ – يراعي وضع سدابة علي الداير الخارجي لضبط سمك البلاطة .

رابعا : رفع البلاطات :

١ – ترفع البلاطات بواسطة روافع هيدروليكية مثبتة علي نهاية كل عامود ، يتدلي منه ٢ قضيب حديدي عالي المقاومة ، مستدير مقلوظ متصل بفتحة الكولار . تعمل الروافع بانتظام بحيث تكون البلاطة في مستوي أفقي تماما . يراعي ألا يتم رفع البلاطات ألا بعد أن تصل قوه الخرسانة إلى كامل قوتها .

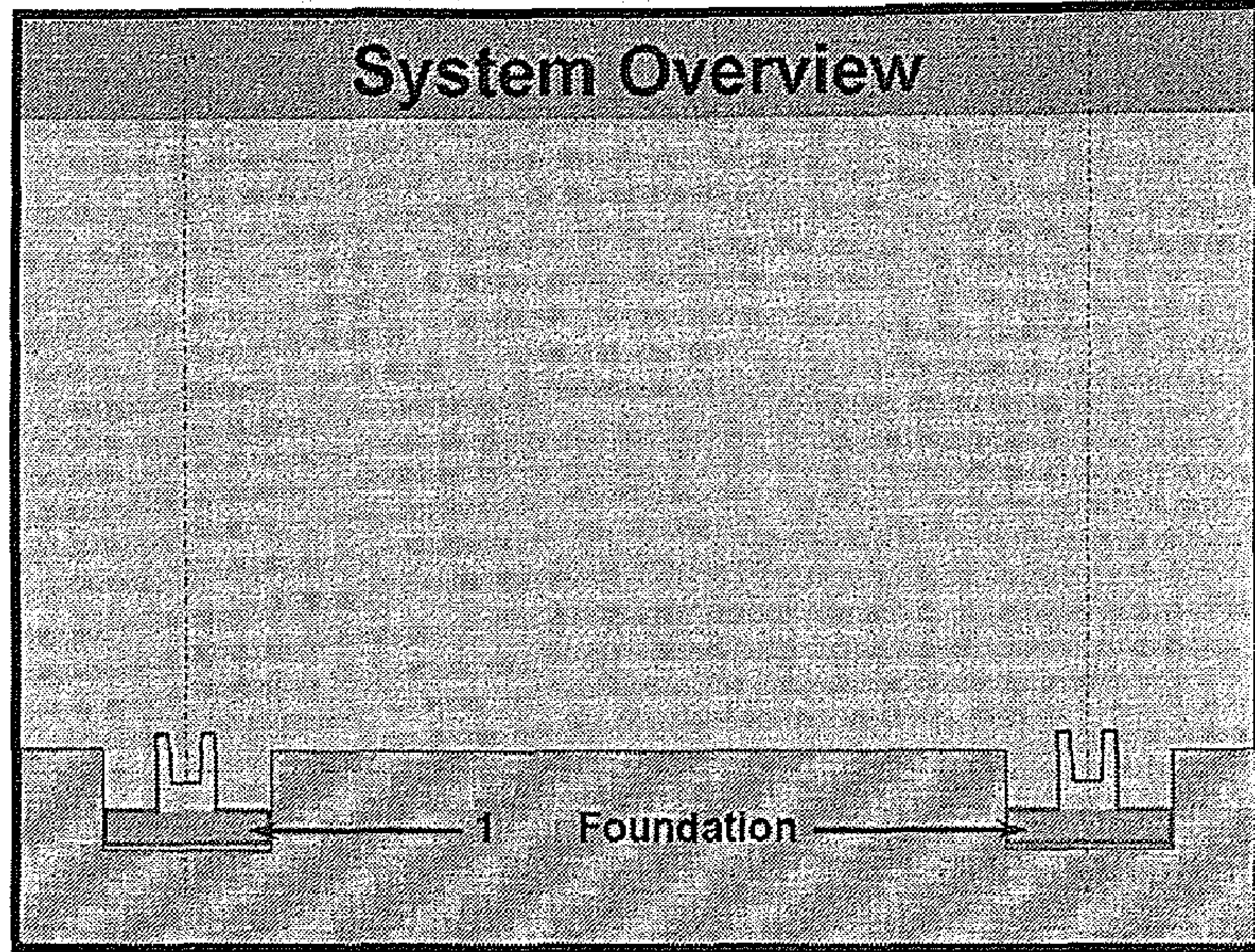
٢ – بعد وصول البلاطة السفلي إلى منسوب الدور الأول ، يثبت الكونكتور داخل الفتحة الخاصة به فوق الأنزرت ليتصل بالكولار . تترك هذه البلاطة ونبدأ رفع البلاطات الباقية ٠٠ إلى مناسيب الأسقف التالية وهكذا .

٣ – تملأ فتحات الكولار وجوانبه بواسطة خرسانة عادية ، بينما تملأ الأجزاء الدقيقة بأسمنت عالي المقاومة بطريقه الحقن .

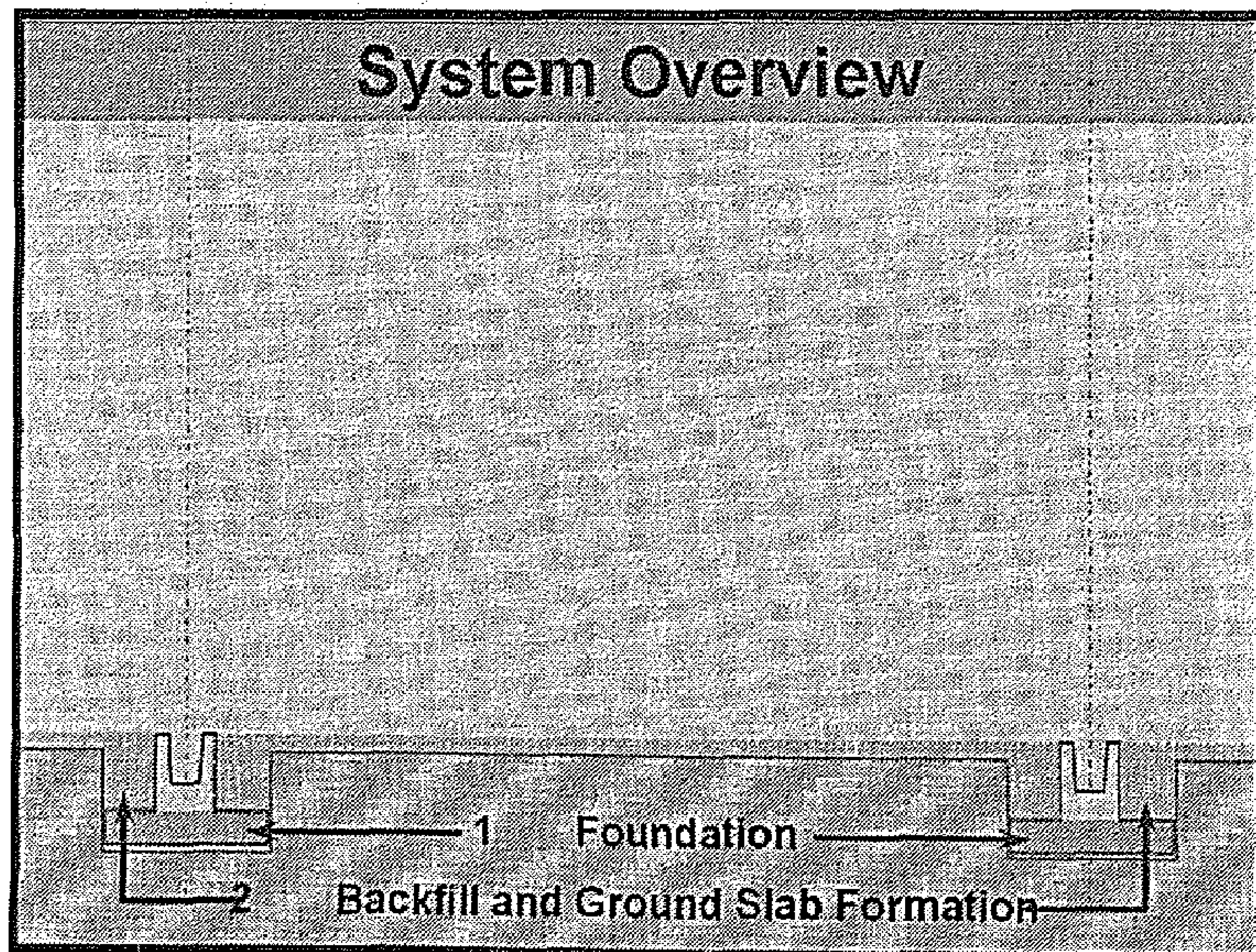
٤ – يعزل الكولار بعد رفع البلاطات بخلطه مكونه من البيتومين والماء لـضمان عدم وجود فتحات يتسرب منها الماء إلى الأجزاء المعدنية .تتـابع التنفيـذ – شكل (٩) .

خطوات العمل :

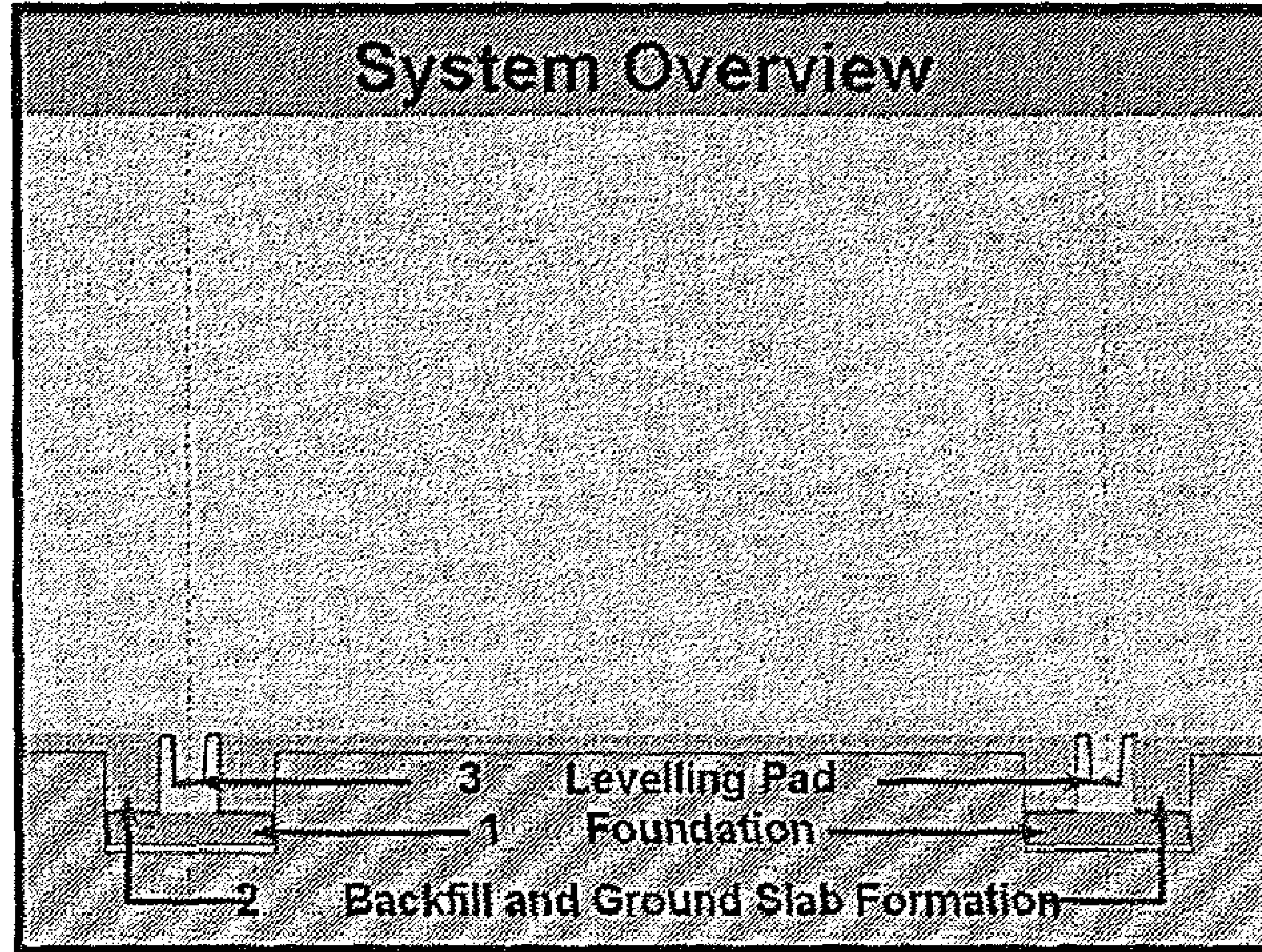
شكل (٩) .



عمل الأساسات

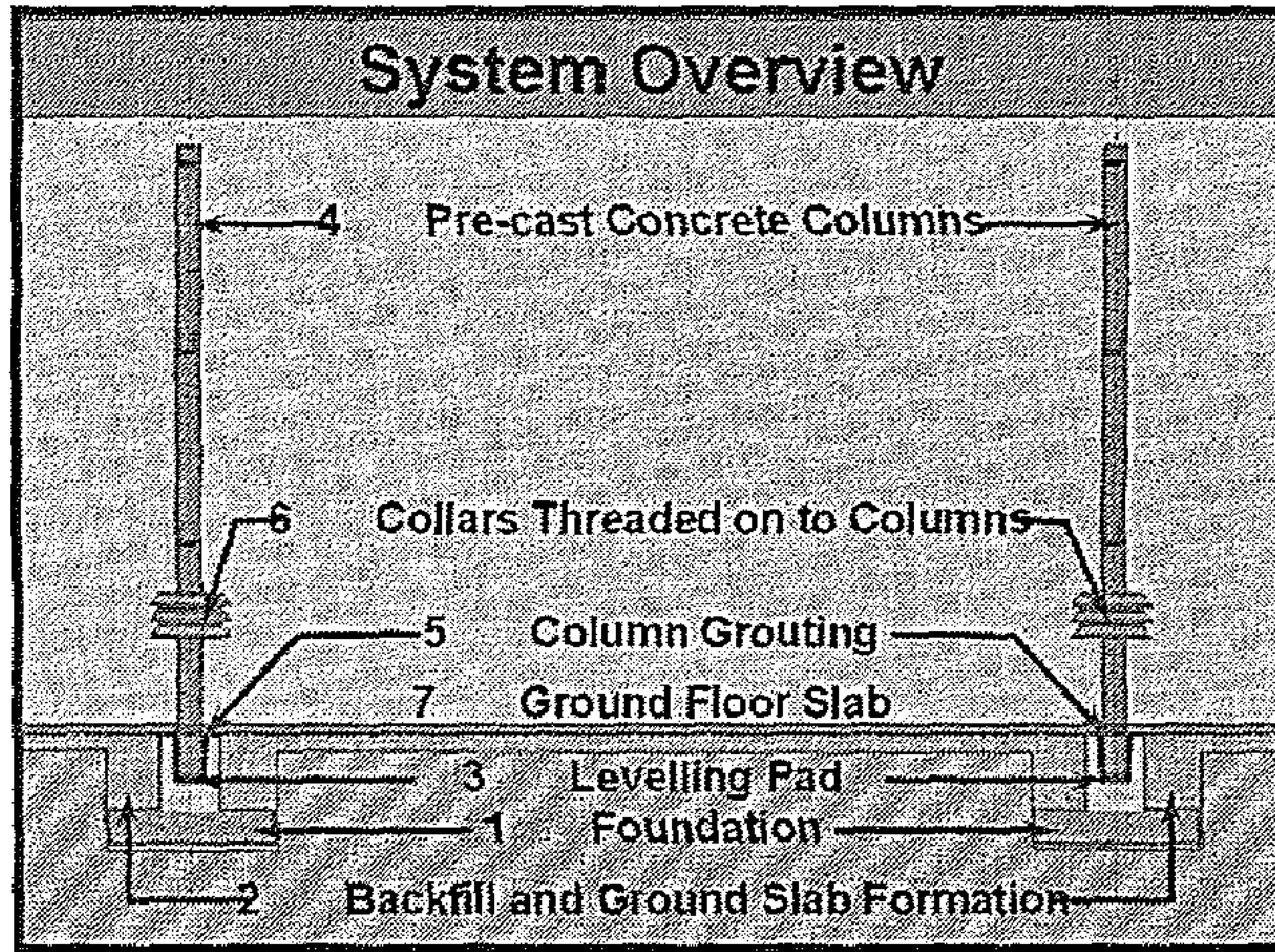


صب الخرسانة العادية للأساسات – الردم – صب الفرشة الخرسانة العادية اسفل بلاطات الأسقف



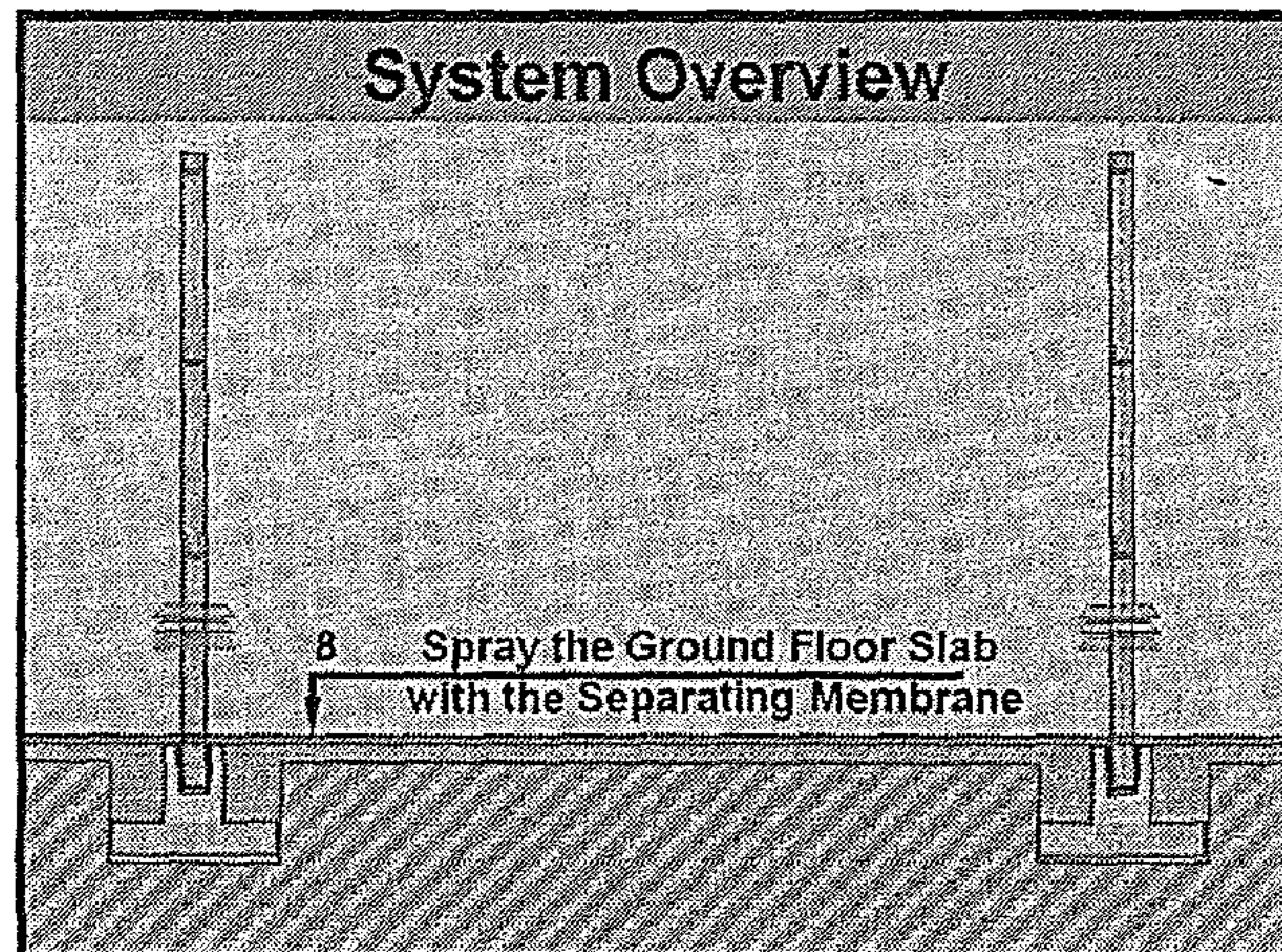
١ - أساسات المبني ٢ - الردم حول الأساسات مع عمل فرشة خرسانة عادية أفقية للأرضية

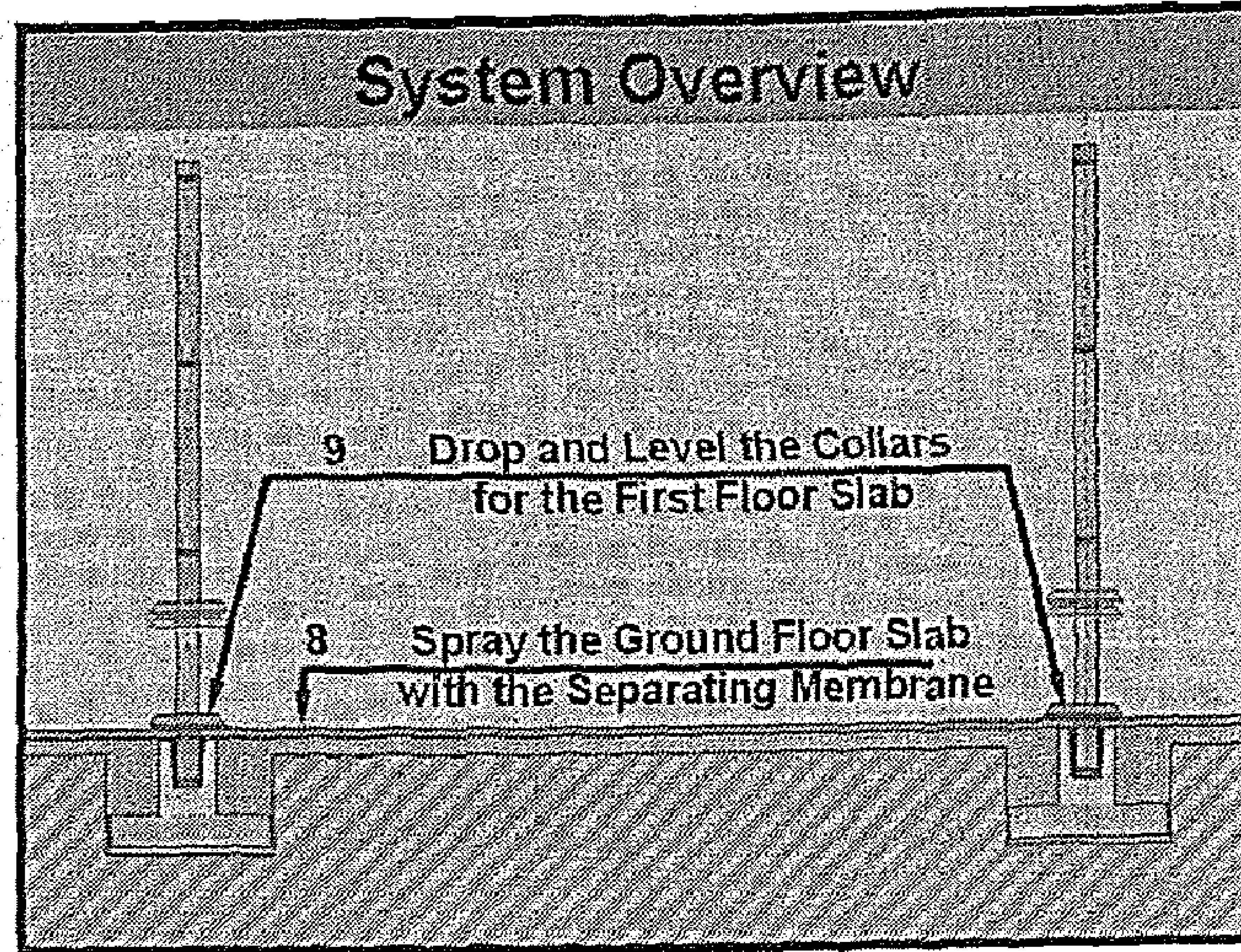
٣ - عمل أساسات الأعمدة



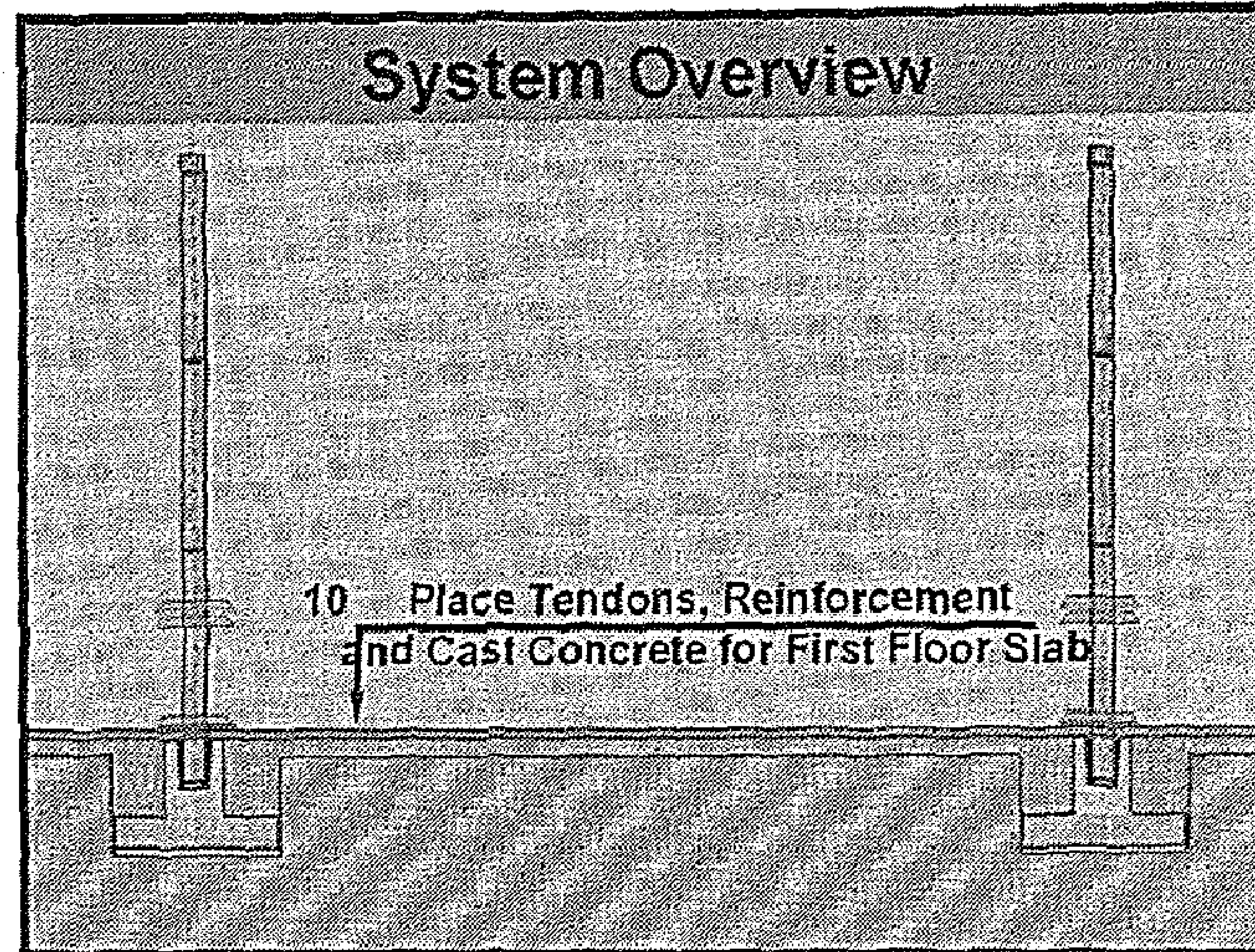
٤ - تركيب وتثبيت الأعمدة ٥ - الحقن والتثبيت حول الأعمدة

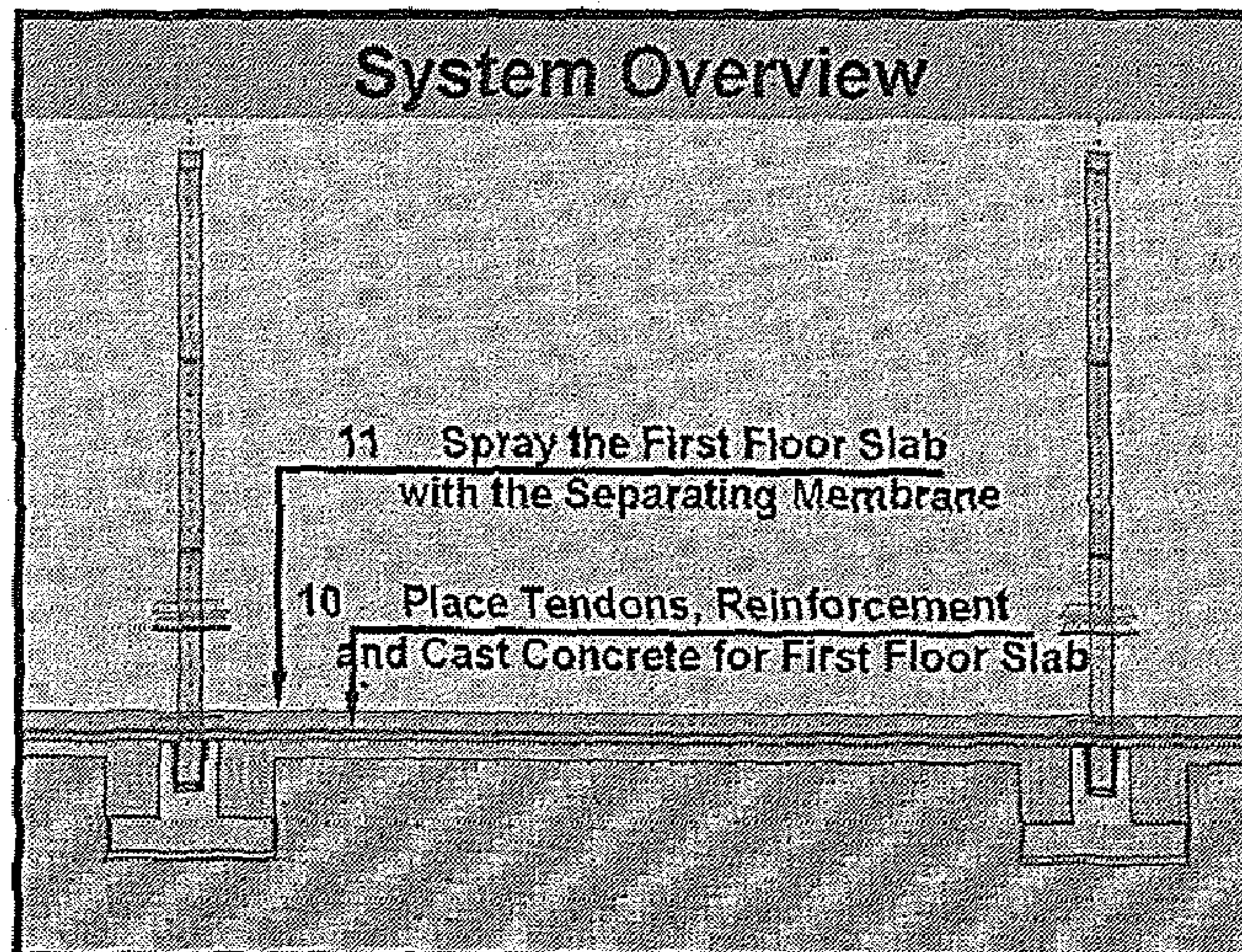
٦ - تركيب الكولار بالعمود ٧ - صب بلاطة الأرضية

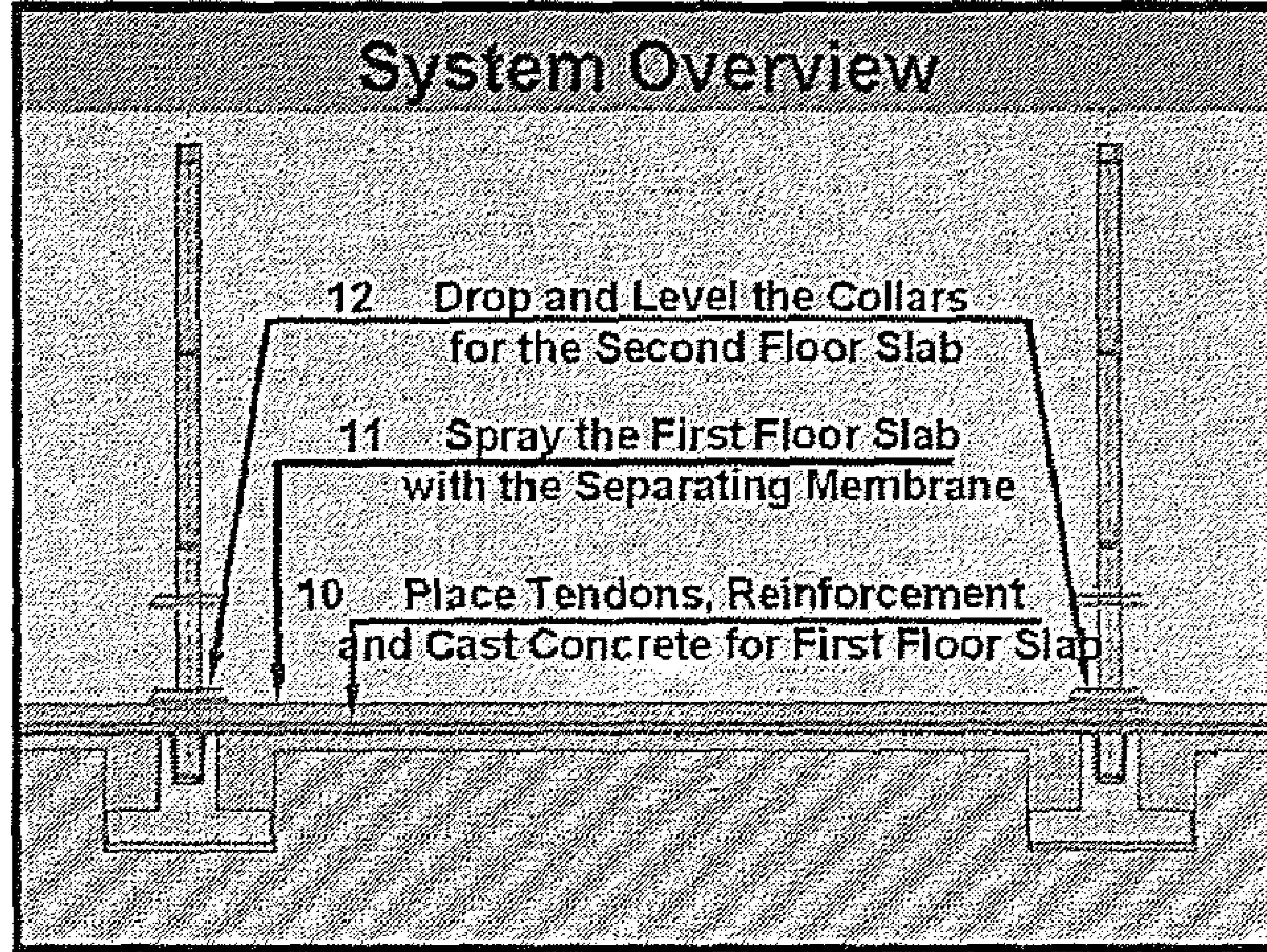




٨ – رش سبراي لمنع ألتصاق الخرسانة   ٩ – تركيب أول كولار مكانه لبلاطة الدور الأول

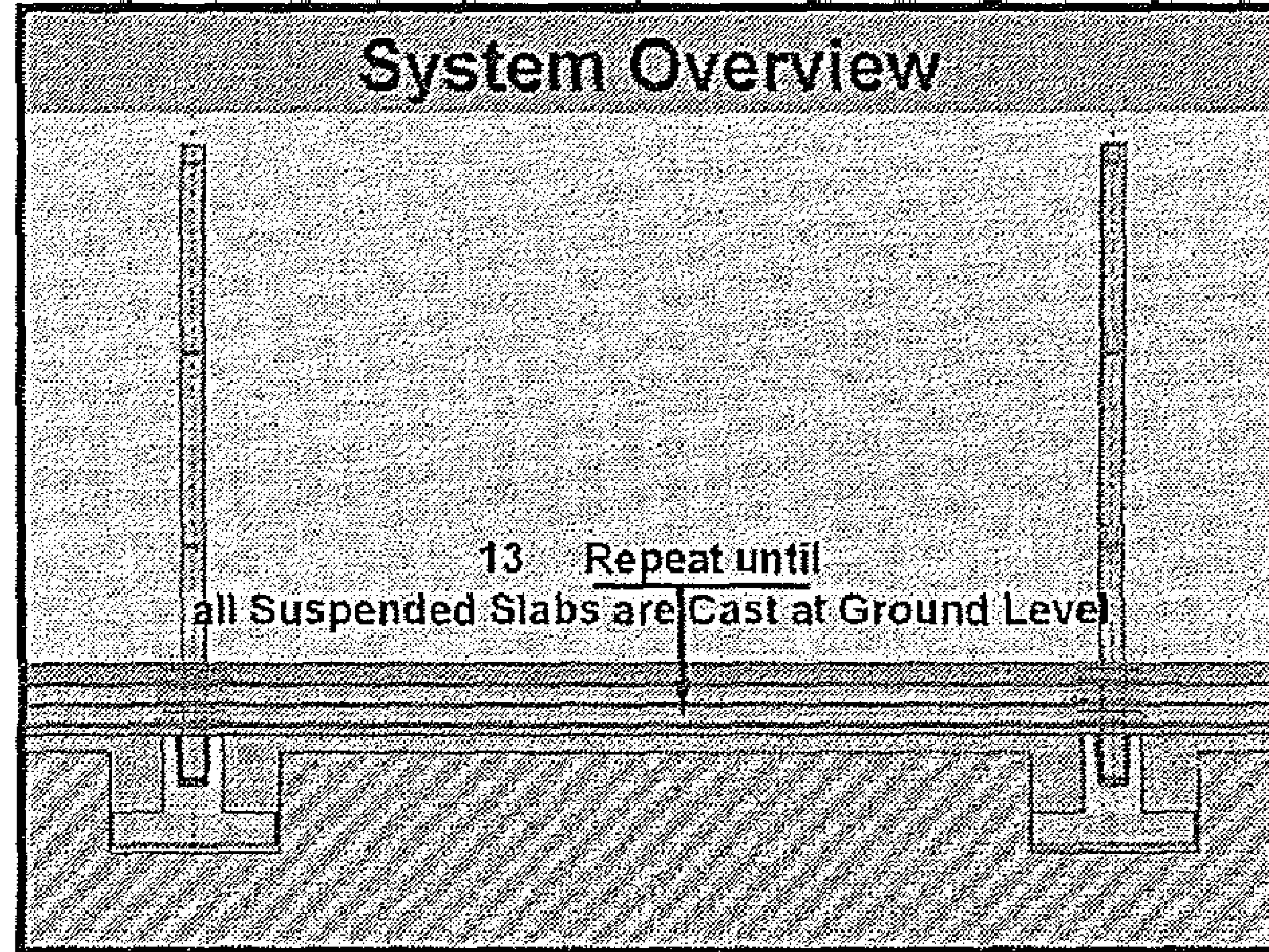


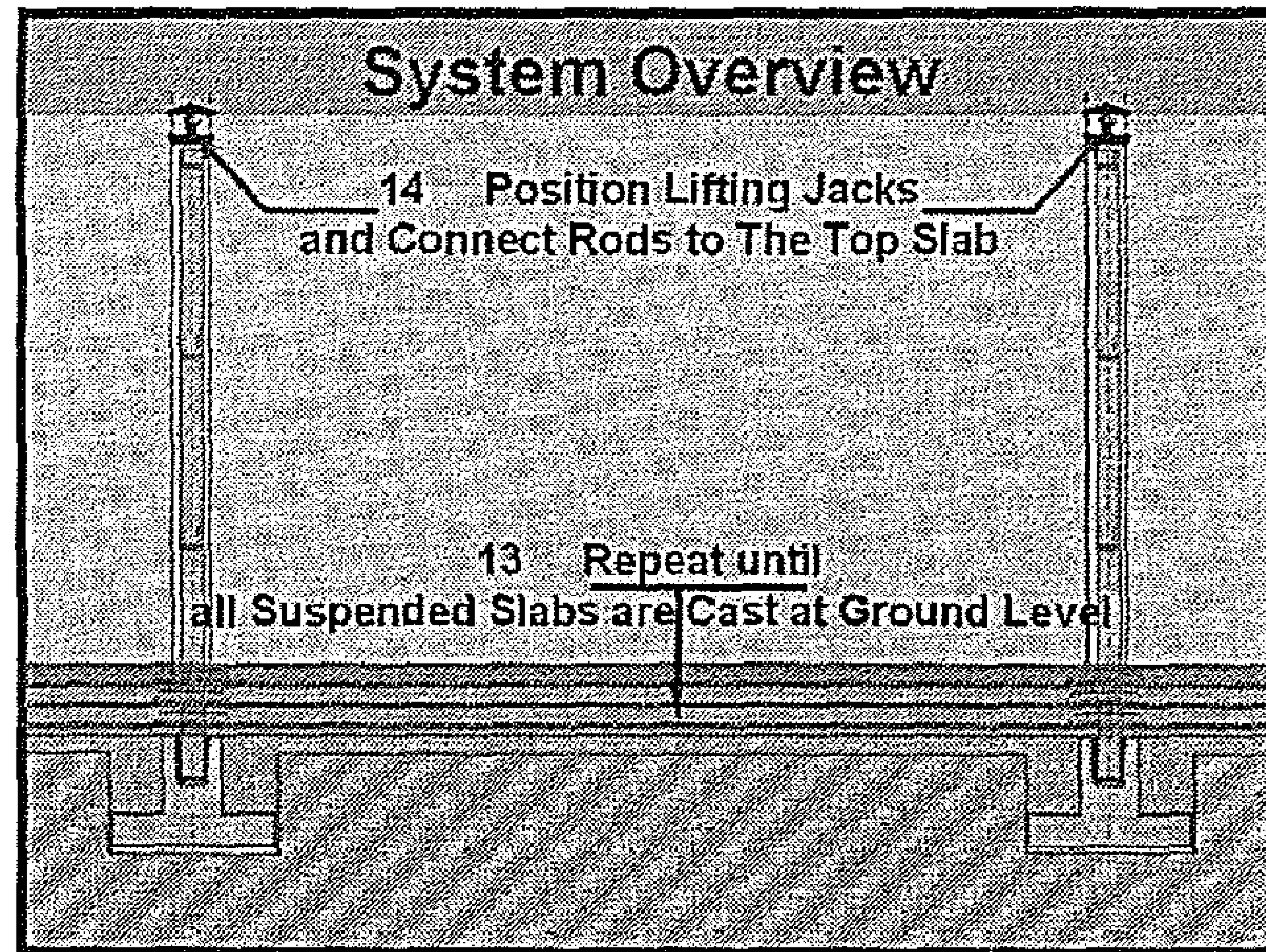




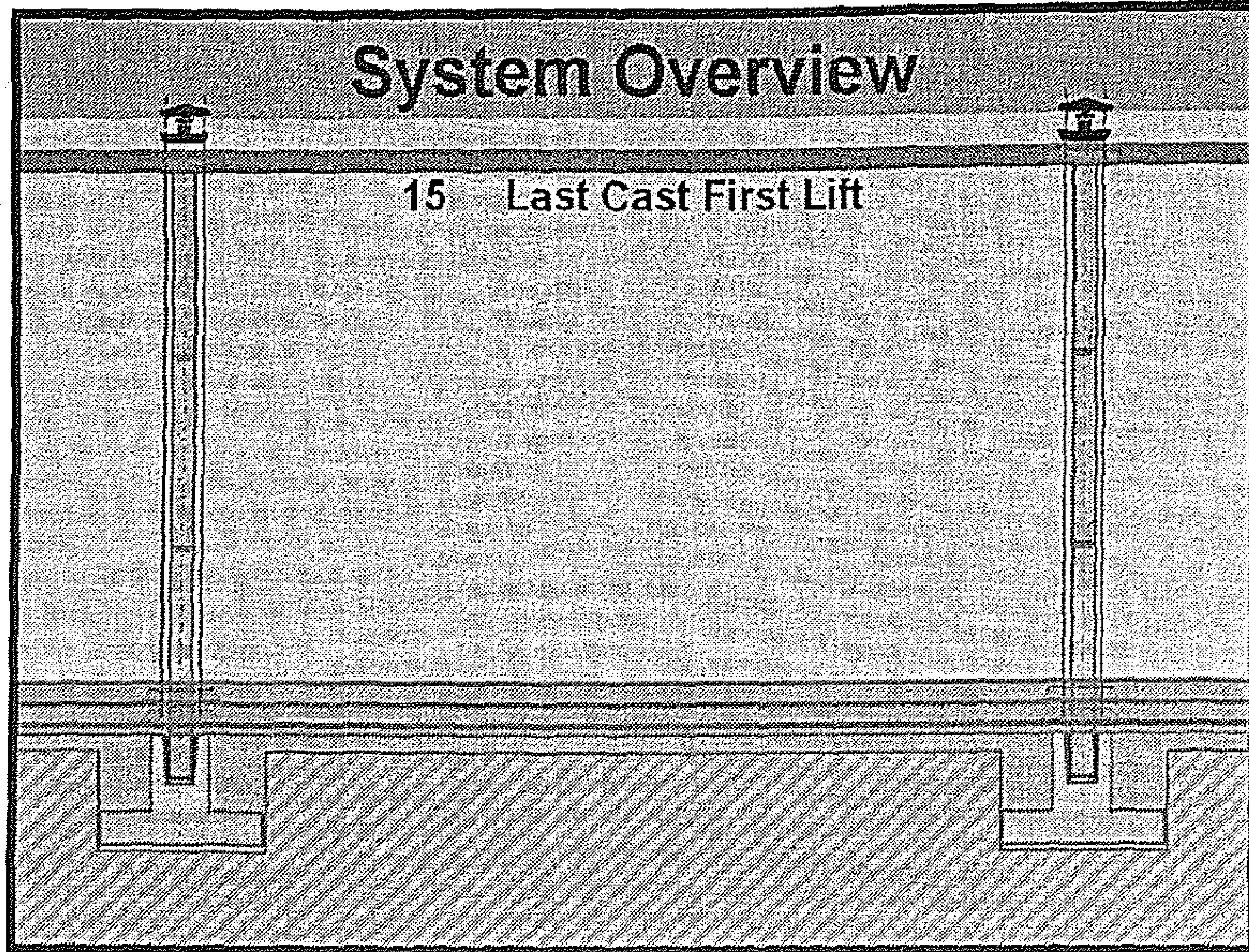
١٠ – وضع التسليح للبلاطة ثم الصب ١١ – رش سبراي أعلي البلاطة لأولي

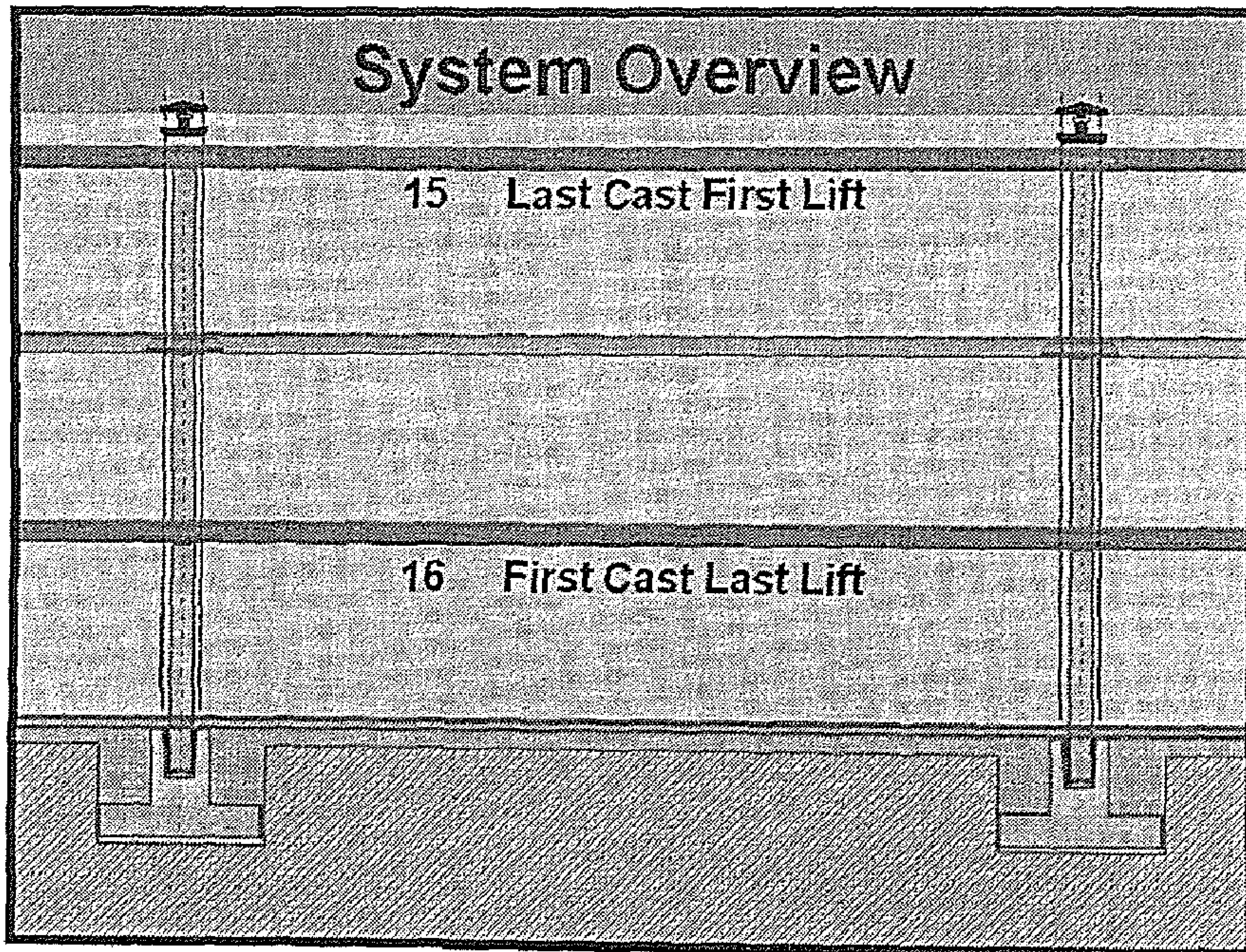
١٢ – ضبط وتركيب الكولار للبلاطة التالية





١٣ – صب باقي البلاطات بنفس الطريقة ١٤ – تركيب الروافع الهيدروليكية والقضبان للبلاطة العليا





١٥ – آخر البلاطات المصبوبة أول البلاطات المرفوعة ١٦ – أول البلاطات المصبوبة آخر المرفوعة

شكل (٩) خطوات رفع البلاطات

معدلات الأداء باستخدام أسلوب البناء بطريقة الأسقف المرفوعة :

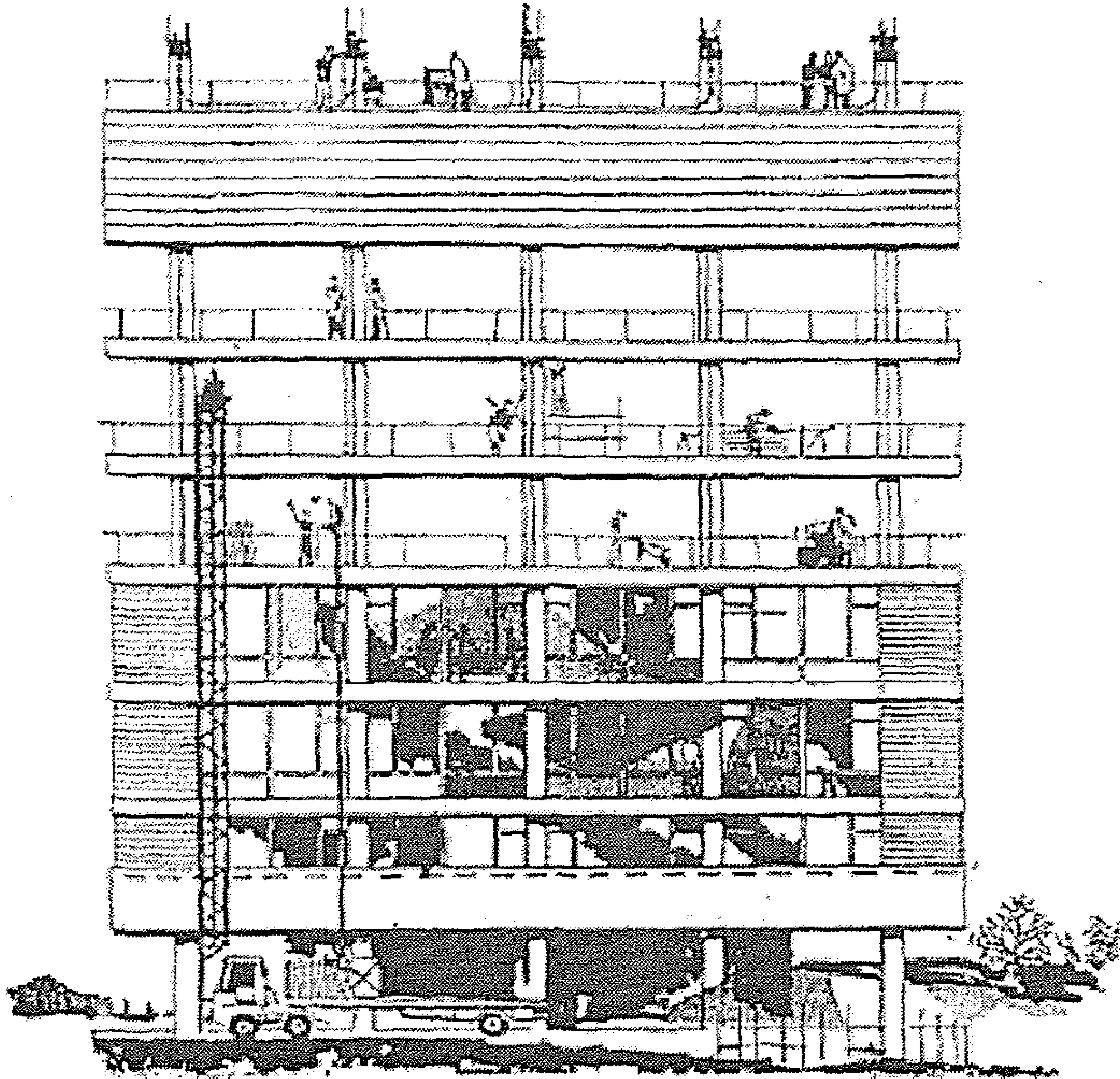
منشآت الإسكان :

المباني أقل من ٦ طوابق : شكل (١٠) .

١ - تنفذ الأساسات بالطريقة التقليدية ، مع عمل التجاويف اللازمة لزرع الأعمدة : ٦- ٨ أعمده / الوردية

٢ - صب البلاطات عند منسوب سطح الأرض : ينفذ سقف كل ٤ أيام . يفضل أن يتداخل العمل في أكثر من عمارة في وقت واحد .

٣ - رفع الأسقف بمعدل ١ - ١,٥ متر / ساعة . ومن واقع التجربة العملية ، فيتم رفع مبني مكون من ٥ طوابق - مسطح الطابق ٥٠٠ م٢ - في مدة ١٠ أيام،شاملة التثبيت النهائي للبلاطات في الأعمدة وكذلك تركيب وفك المعدات



The Lift Slab Storey

شكل (١٠) تتابع خطوات تنفيذ الأسقف المرفوعة

المباني الـــتي تحتوي على ٦ طوابق فأكثر :

١ – يلزم إنشاء القلب الخرساني للمبني ، (يجمع بداخله المناور و أماكن المصاعد والسلالم) . يتم إنشاء هذا القلب باستخدام الشدات المنزلقة .

٢ – يتم تركيب الوصلة الأولي للأعمدة بارتفاع ١٨ متر وبمعدل تركيب ٦ – ٨ وصلات يوميا .

٣ – يتم صب البلاطات عند منسوب سطح الأرض ، بنفس المعدل السابق .

٤ – يتم الرفع بنفس المعدل السابق(في حاله رفع سقف واحد يكون المعـــدل ١,٥ متر / ساعة ، بينما يكون المعدل في حاله رفع ٣ أسقف في رفعه واحـــدة ١ متر / ساعة) .

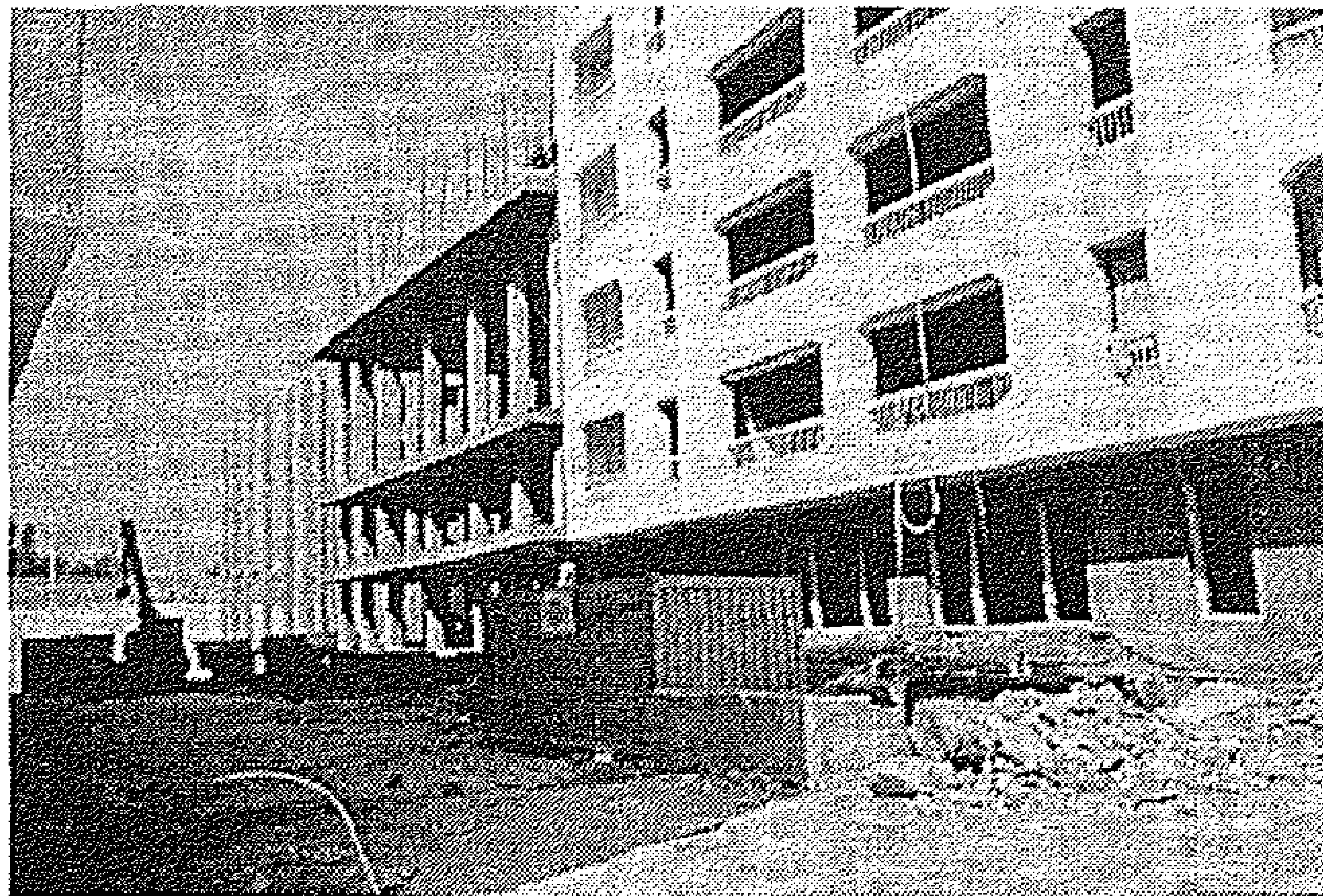
٥ – يتم تركيب وصلات الأعمدة بمعدل ٦ – ٨ وصلات يوميا .

٦ – يعاد رفع البلاطات بنفس المعدل السابق .

وعلي سبيل المثال :

تحتاج عمارة مكونه من ١٠ طوابق – مسطحها ٨٠٠ م٢ ، إلى حوالي ٤٠ يوم عمل (٨ ساعات يوميا) ، شاملة الـــتثبيت النهائي للبلاطـــات فـــي الأعمـــدة وتركيب وفك المعدات .

مشروعات منفذة بطريقة الأسقف المرفوعة في جمهورية مصر العربية :

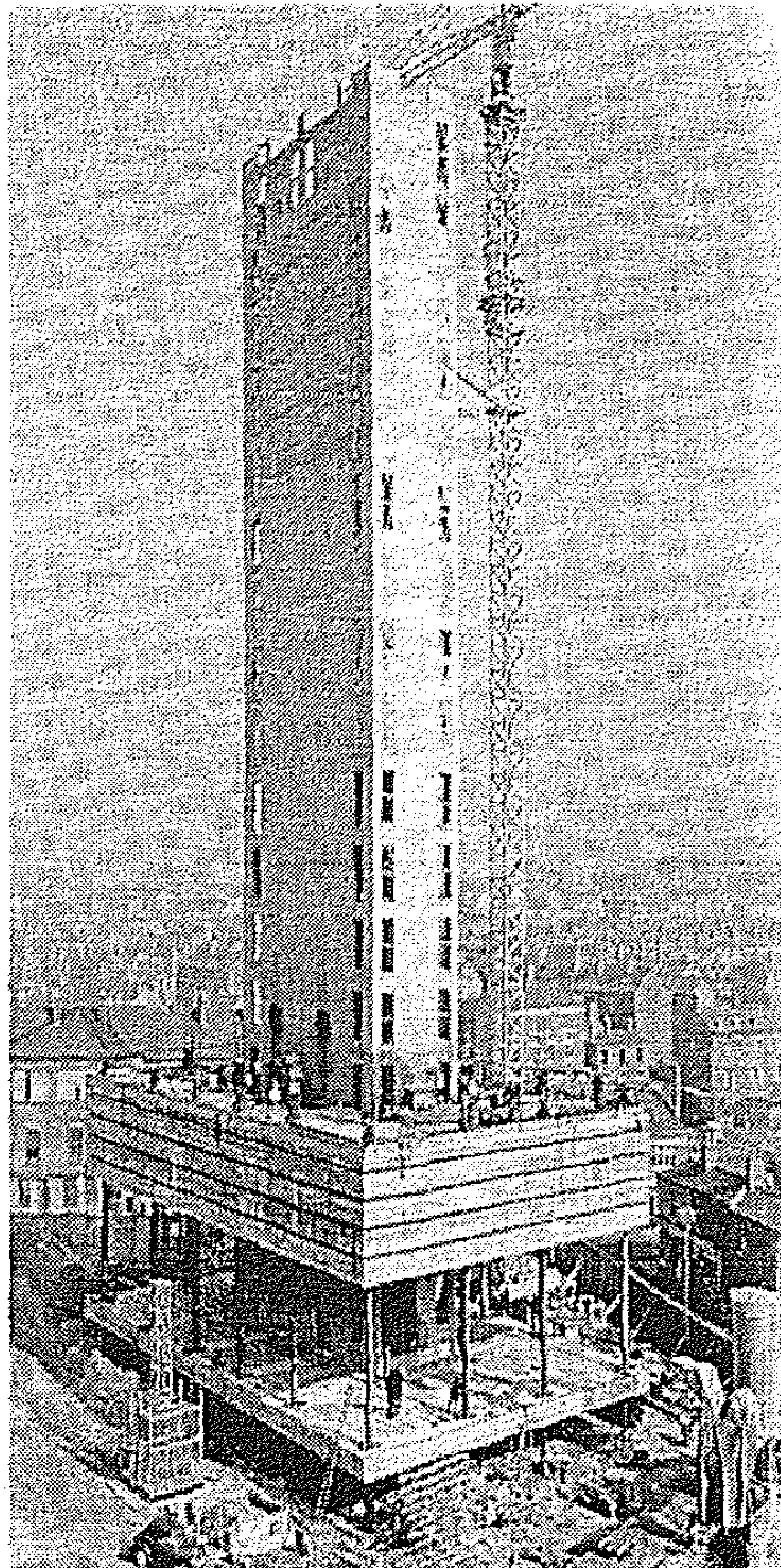


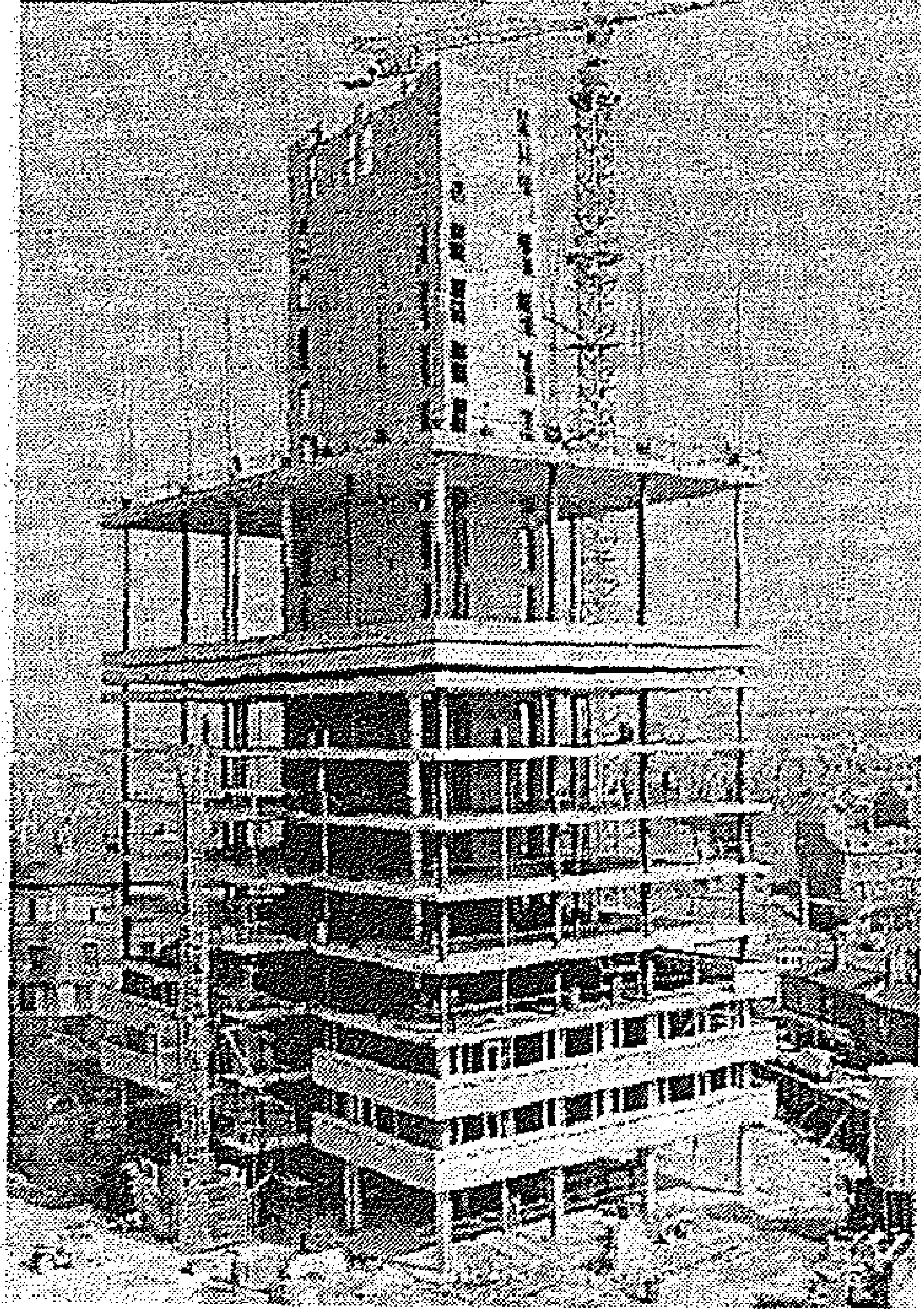
POLICE HOUSING EL MAADI

مساكن هيئة الشرطة – المعادي



مشروع مصر الجديدة بعد الأنتهاء منه – منفذ بطريقة الأسقف المرفوعة





نماذج للمباني المرتفعة ، مشروع منفذ بواسطة الأسقف المرفوعة مع نظام الشدات المسلحة المنزلقة – ١٧ طابق جمهورية مصر العربية

إنشاء الجراجات المتعددة الطوابق بنظام البلاطات المرفوعة :

تناسب طريقة رفع الأسقف Lift Slab كل أنواع الجرادات المتعددة الطوابق ، سـواء كانت من نوع الجراجات الطويلة أو المتوسطة أو القصيرة ، ولها المرونة الكافية في تخطيط أماكن السيارات Stalls وطرق المرور Traffic Circulation .

طرق التنفيذ :

أولا : الأساسات :

تنفذ تماما بالطريقة التقليدية .

ثانيا : الأعمدة :

يتم تجهيز ونقل أعمدة سابقة الصب بطول يساوي أرتفاع ٦ طوابق (١٦ متر) ، ثم تضاف وصلات أخري تناسب الونش المستخدم في الركيب من حيث الوزن والأرتفاع.

ثالثا : البلاطات المسطحة :

تعتبر البلاطات المسطحة هي الأفضل لأسقف الجراجات المنفذة بطريقة البلاطات المرفوعة لأنها بدون كمرات ساقطة .يمكن أن تكون هذه البلاطات من الخرسانة المسلحة أو من الخرسانة سابقة الإجهاد. يمكن صب البلاطات كاملة مع المنحدرات Ramps الخاصة بالصعود والهبوط .

رابعا : استقرار المنشأ Stability :

يعتبر المنشأ المنفذ بهذه الطريقة مستقرا بذاته حتى ارتفاع ٥ طوابق ، وأعلي من ذلك يحتاج إلى أجزاء تثبيت Stabilizing Element لمقاومة القوي الأفقية الناشئة Lateral Loadings ، هذا الجزء يكون في المعتاد للخدمات ويمكن أنشاؤة بطريقة الشدات المنزلقة أو بالشدات التقليدية . وأحيانا تستخدم الحوائط لمقاومة الأحمال الأفقية Shear Walls بجوار المنحدرات .

خامسا : أطوال المنحدرات Ramp Length :

تكون المسافة الصافية بين الأسقف ٢,١ مترا لذلك فإن طول المنحدرات يكون صغيرا . وعادة فإن نسبة الانحدار في البلاطات المرفوعة ١ : ١٠ إلى ١ : ٨

سادسا : المظهر الخارجي للجراج :

تضمن الأسقف المسطحة أشكالا جميلة ، كما قد تركب توصيلات الإضاءة علي الأرض .

سابعا : التكسية الخارجية Cladding :

- تكون الأعمدة داخل المنشأ وغير ظاهرة .
- وحدات التكسية تكون من الخرسانة الجاهزة ، غير مؤثرة في الوزن وتأخذ أشكالا وألوانا طبقا لرؤية المهندس المعماري .

ثامنا : الأمان Safety :

- تعتبر التهوية من أهم العناصر التي يجب مراعاتها عند التصميم ويراعي ذلك في وحدات التكسية حتى تسمح بتهوية كافية للجراج .
- الحماية من الحريق : يستخدم نظام حريق متطور .
- الحماية من حوادث السيارات باستخدام طريق خلفي للطوارىء.
- المرور في أتجاة واحد يضمن الأمان الكامل داخل الجراج.

أنواع الجراجات المتعددة الطوابق :

١ – جراجات ذات شطرين Split Level

٢ – جراجات ذات منحدرات انتظار Parking Ramps

٣ – جراجات ذات أسقف ملتوية Warped Slab

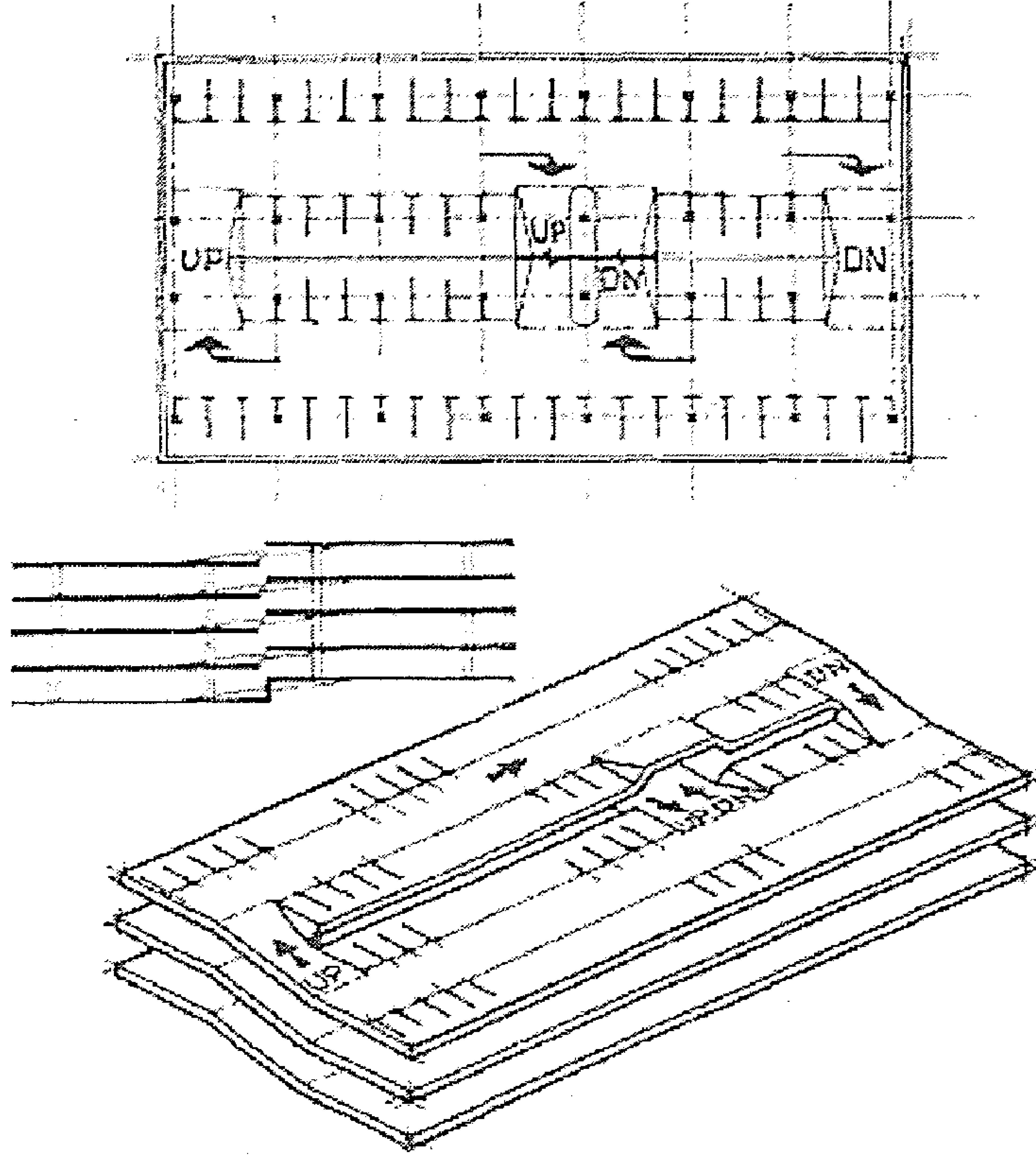
٤ – جراجات ذات الشطرين مع ذات المنحدرات Split Level / Parking Ramp

سنتعرض لأهم ثلاثة أنواع من الجراجات وأكثرها شيوعا :

١ – الجراجات ذات الشطرين :

- في هذا النوع من الجراجات ، يشطر الجراج في الاتجاه الطولي إلى شطرين متماثلين ، أو علي الأقل أحد الشطرين يشتمل علي ممر في الوسط + صفين من بواكي الانتظار علي الجانبين ، والشطر الآخر إما يماثل الشطر الأول أو يزداد عنه في العرض – شكل (١١) .
- يتم تنفيذ هذا الشطر بفارق منسوب يعادل نصف ارتفاع طابق من الجراج .
- يتم استخدام منحدرات صعودا وهبوطا لاستكمال دوائر الصعود والهبوط بفارق منسوب يعادل ارتفاع ربع طابق من طوابق الجراج .
- أقل عرض لكل من شطري الجراج هو ١٥,٦ متر وأقل طول هو ١٦ باكية انتظار (حوالي ٥٠ متر).
- سهل في التنفيذ ومناسب جدا لنظام الأسقف المرفوعة ، ويمكن صب منحدرات الصعود والهبوط عند منسوب سطح الأرض ورفعها ضمن البلاطات .

• الانحدار في أطراف الأسقف يظهر في جانب واحد أو في جانبين من المبنى.



شكل (١١) إنشاء الجراجات بنظام الأسقف المرفوعة – نظام الأسقف ذي الشطرين

• يمكن استخدام الدور الأول من الجراج كمحلات تجارية .

• يتيح الخروج بسرعة من الجراج.

٢ – الجراجات ذات منحدرات الانتظار :

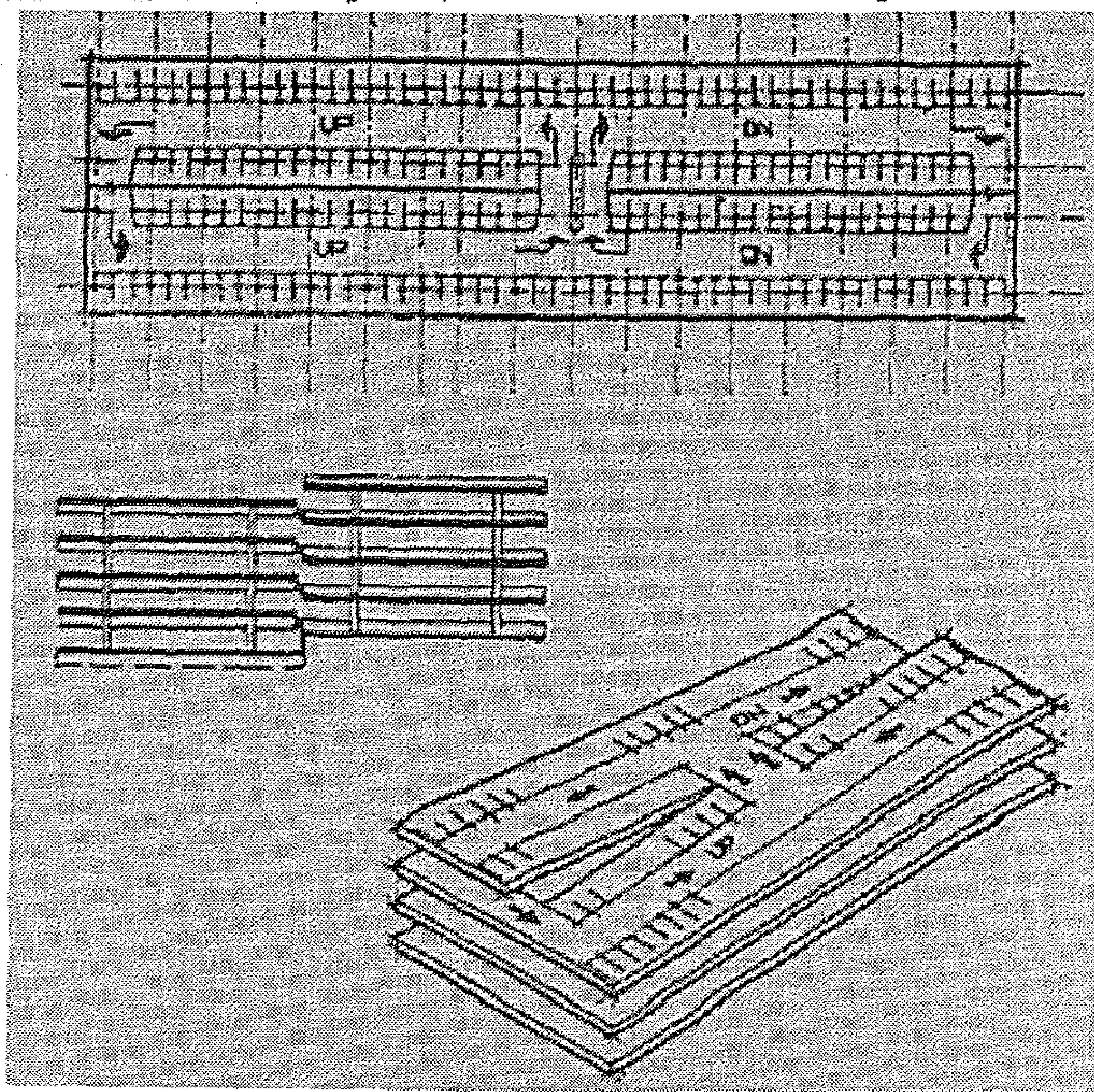
• في هذا النوع من الجراجات ، تنحدر الأسقف في الاتجاه الطولي بفرق منسوب يعادل ارتفاع نصف طابق .عند الطرف الذي يظهر فيه فرق المنسوب ، يتم وضع منحدرات الصعود والهبوط العرضية – شكل (١٢) .

• يناسب هذا النظام ، الجراجات الطويلة نسبيا فقط .

• دوائر الهبوط بطيئة نسبيا (خروج بطئ) ، ويمكن التغلب علي ذلك بعمل منحدرات إضافية في منتصف الجراجات ذات الأطوال الكبيرة .

• الانحدار في أطراف الأسقف يظهر في جانب واحد فقط من المبنى.

- أقل طول لهذا النوع من الجراجات هو صف بواكي أنتظار لا يقل عـن ٢٦ باكية (حوالي ٧٠ متر) . وفي حالة ضمان أفقية أحد جوانب المبني ، فإن أقل عدد لبواكي الأنتظار هو ٥٢ باكية (حوالي ١٣٥ متر) .



شكل (١٢) نظم الأسقف ذات منحدرات الأنتظار

٣ – الجراجات ذات الأسقف الملتوية :

- شكل البلاطة يناسب تماما طريقة الأسقف المرفوعة – شكل (١٣) .
- يحتوي علي مميزات كل من النظامين : جراج الـشطرين فـي منـسوبين مختلفين ونظام منحدرات النظام.
- يوفر هذا النظام أقل مساحة لكل سيارة مما يعطي ميزة أقتصادية في أستغلال الفراغ .
- مناسب جدا للأتصال بأي مبني مجاور مثل المستشفي – الجامعة – المصنع وذلك لأن حافة البلاطات أفقية من جميع الجهات .

المميزات :

١ – سهولة الحركة الداخلية مما يضمن الأمان والسلامة للسيارات مع سهولة المناورة داخل الجراج .

٢ – المرور في أتجاه واحد يضمن المرونة في المرور أو الأنتظار والصعود والهبوط.

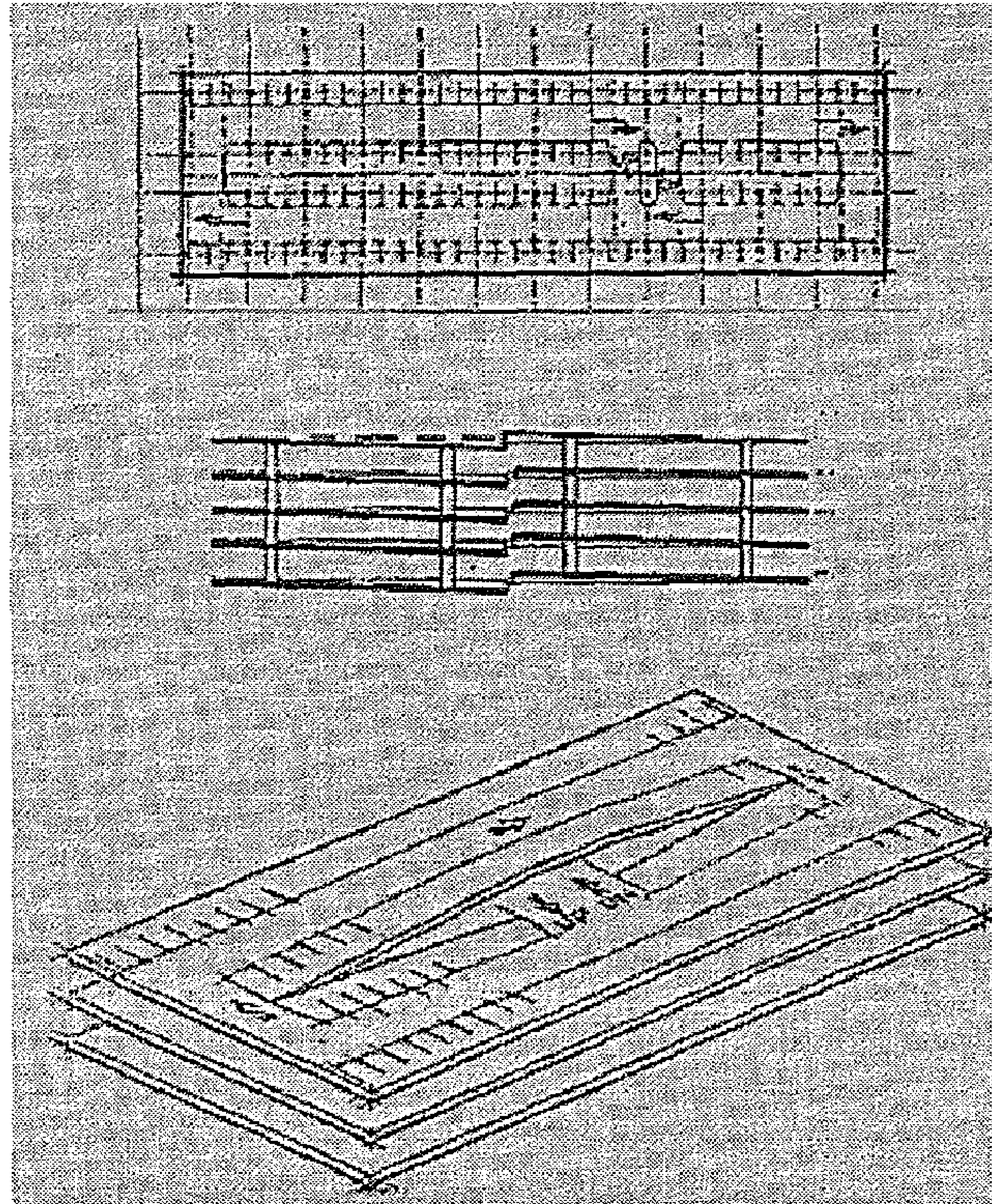
٣ – يضمن الخروج السريع للسيارات.

٤ – كل ممرات المرور مستخدمة ، ويمكن أضافة حظائر أنتظار في الأطراف وتكون متعامدة مع بواكي الأنتظار مما يزيد من أستغلال الفراغ لكل سيارة .

٥ – الحرية الكاملة في وضع أماكن الدخول والخروج للجراج مما يتناسب مع موقع الجراج وحركة المرور حوله .

٦ – يلغي هذا النظام منحدرات الصعود والهبوط الموجودة في الأنظمة الأخرى.

٧ – هذا النظام مجدي جدا و آمن ومرن في المناورة داخل المنشأ.



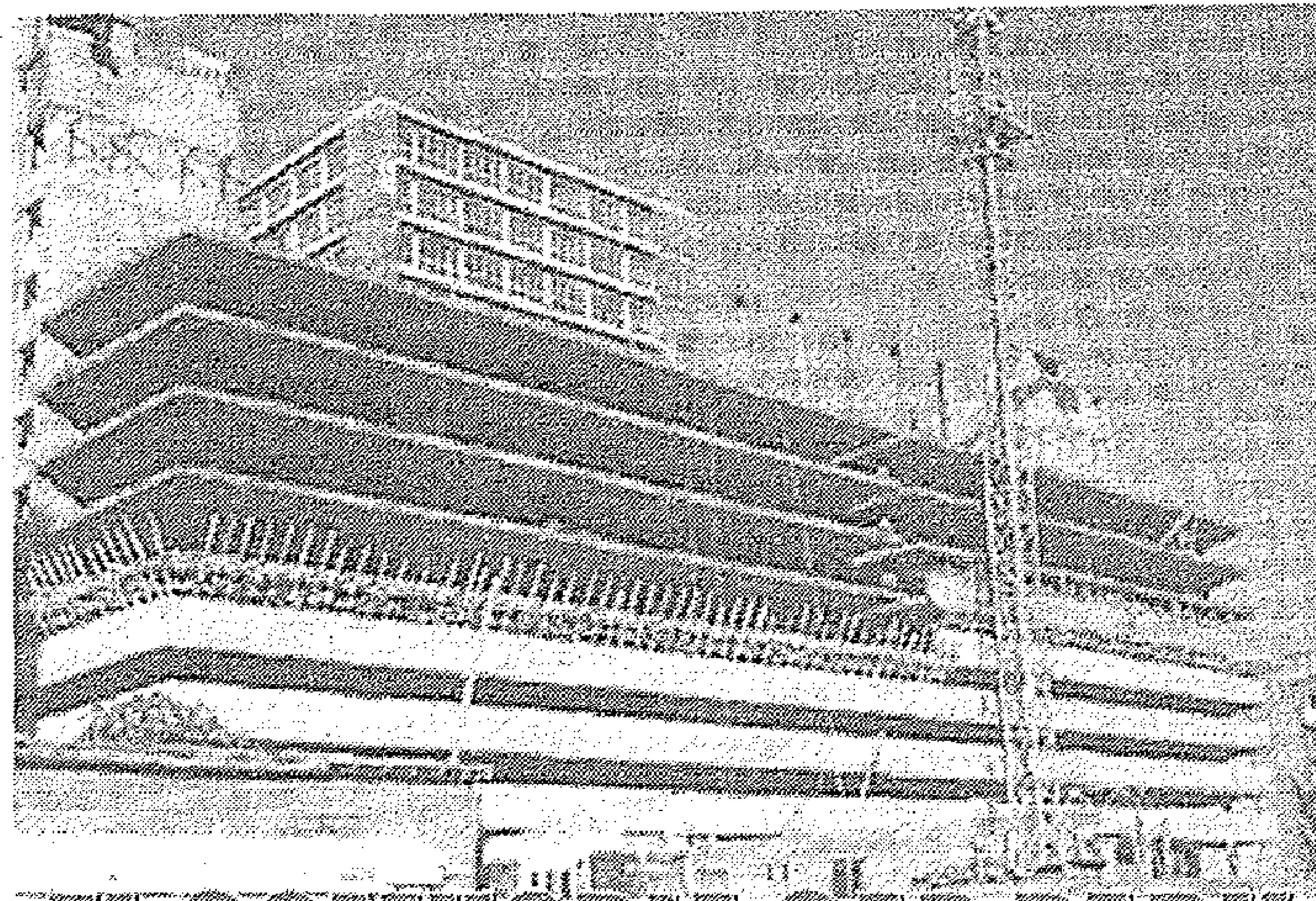
شكل (١٣) الجراجات ذات الأسقف الملتوية

المتطلبات :

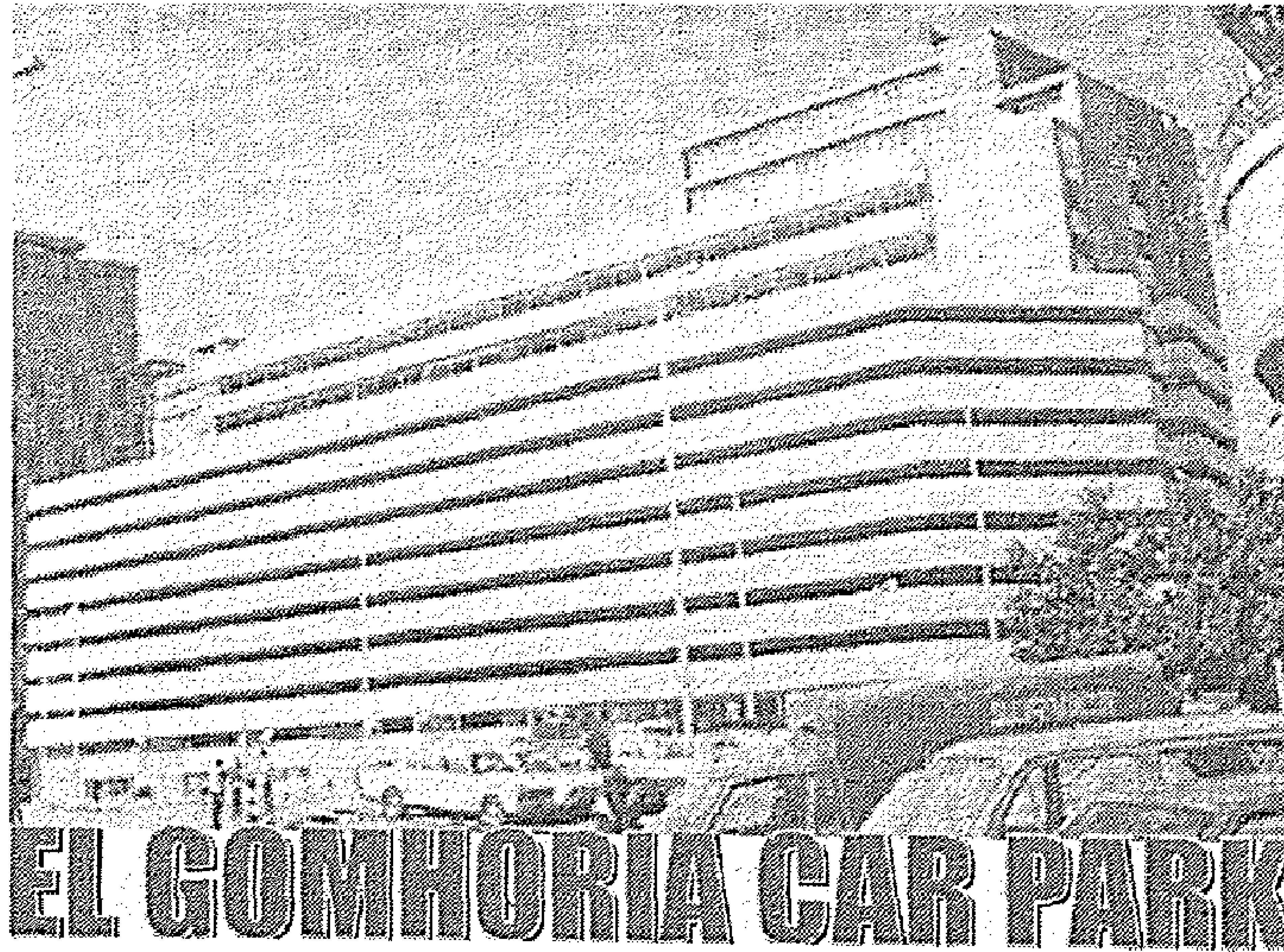
١ – أقل طول لهذا النوع من الجراجات هو ٢٢ صف من بواكي الانتظار للسيارات (حوالي ٥٨ متر) .

٢ – هذا النظام من الجراجات لا يسمح باستغلال الدور الأرضي في أي أغراض تجارية (محلات) .

نماذج مشروعات منفذة بالفعل – جمهورية مصر العربية :



جراج الجمهورية أثناء الأنشاء

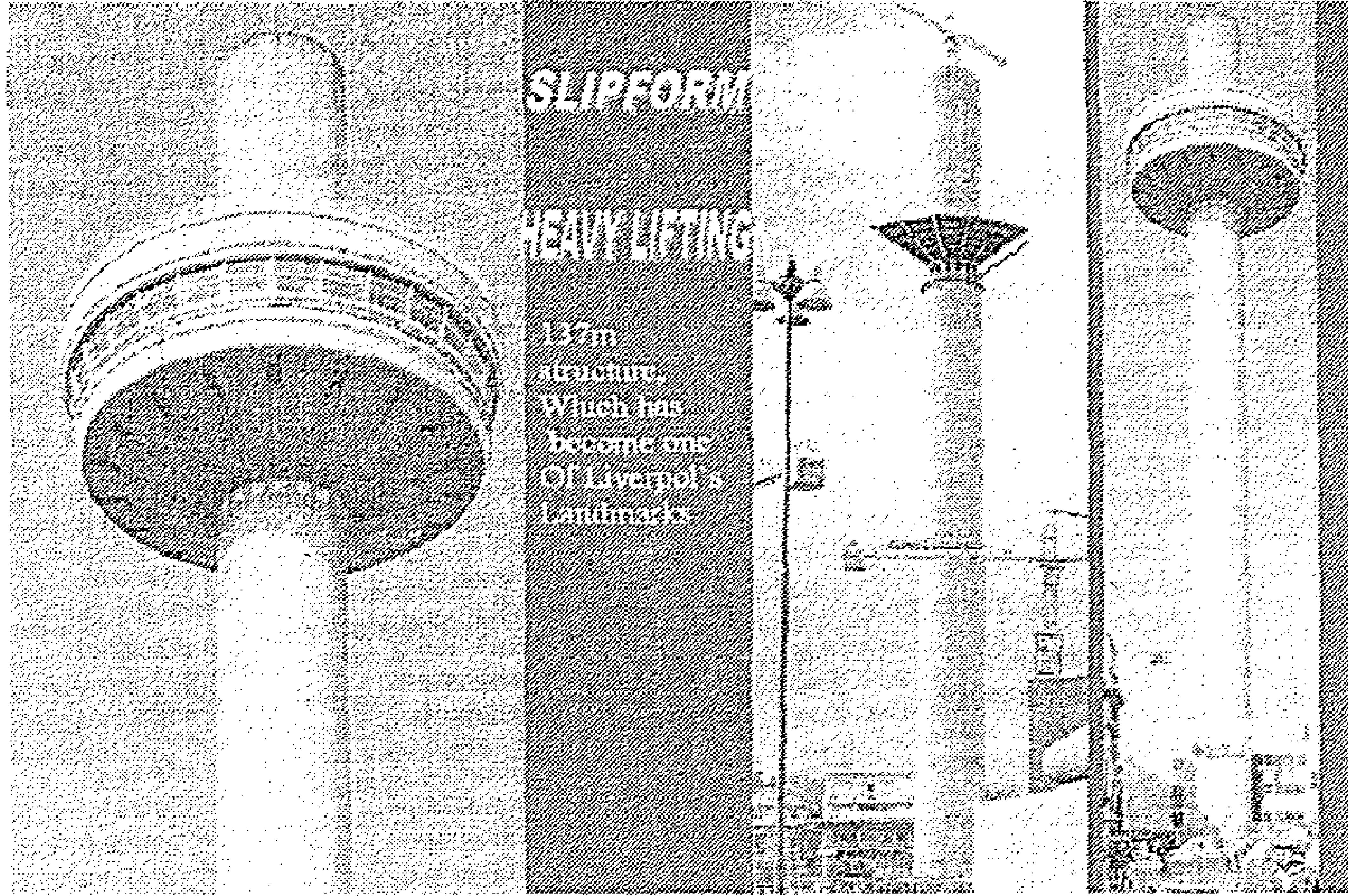


جراج الجمهورية بعد الأنشاء

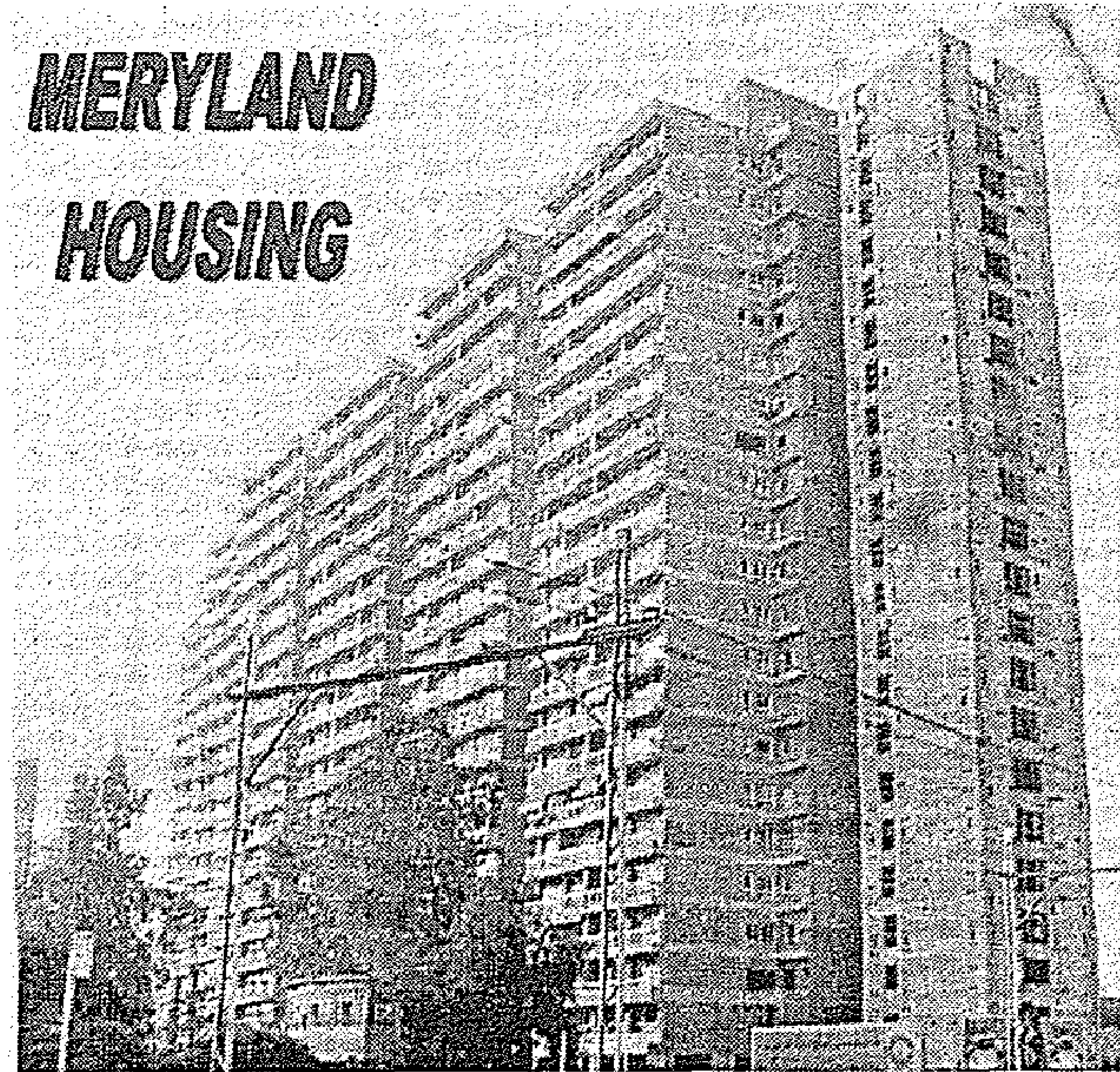
معدلات التنفيذ في حالة المباني الإدارية والجراجات المتعددة الطوابق :

نفس معدلات التنفيذ السابقة في حالة تركيب الأعمدة والوصلات وصب الأسقف ، بينما يتراوح معدلات الرفع إلى ٠,٧٥ إلى ٠,٩ متر / ساعة .

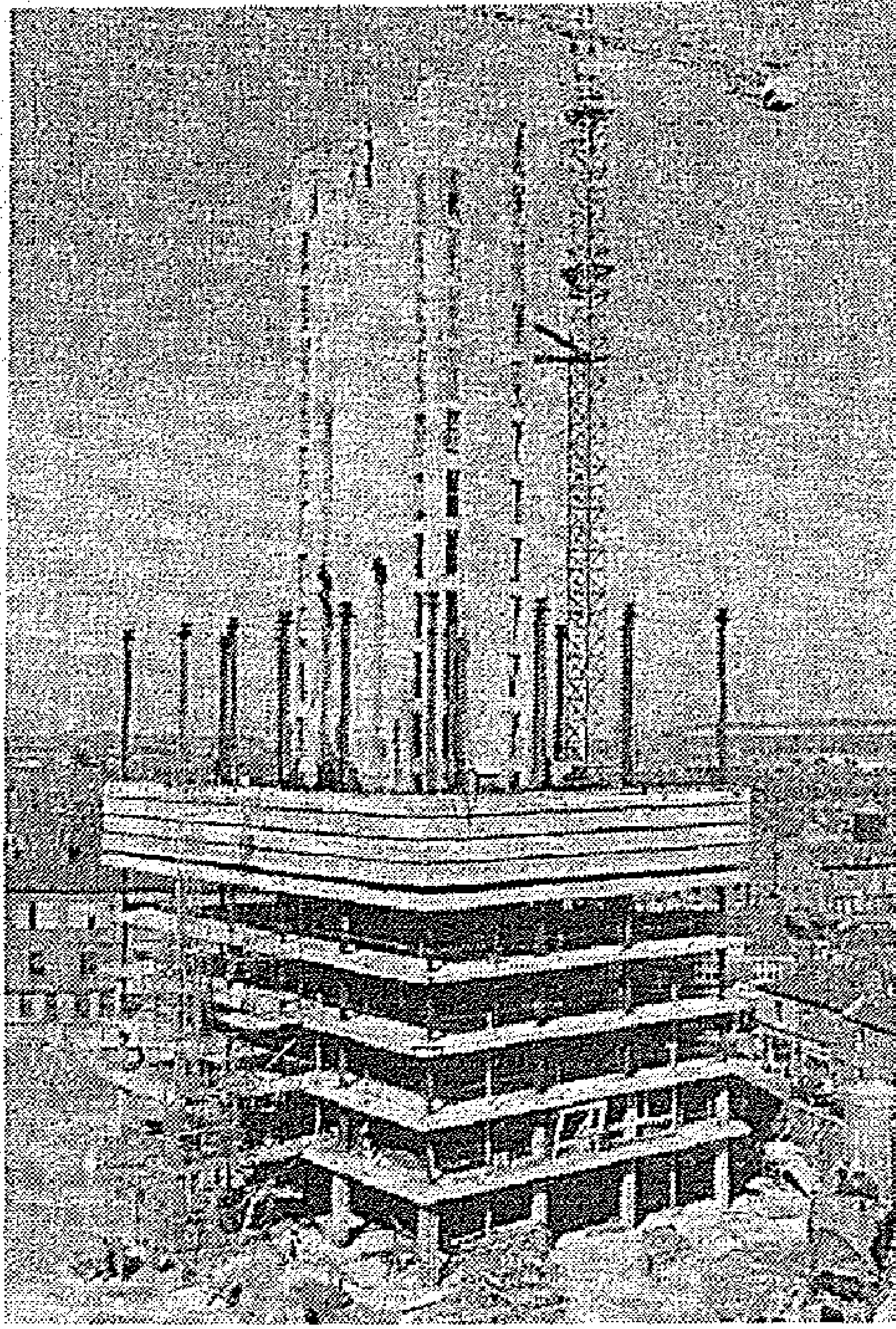
وعلي سبيل المثال ، فأن جراج متعدد الطوابق مكون من ١٢ طابقا – مسطح الطابق = ٢٠٠٠ م٢ – يحتاج إلى ٦ شهور لإنهاء العمل كاملا .



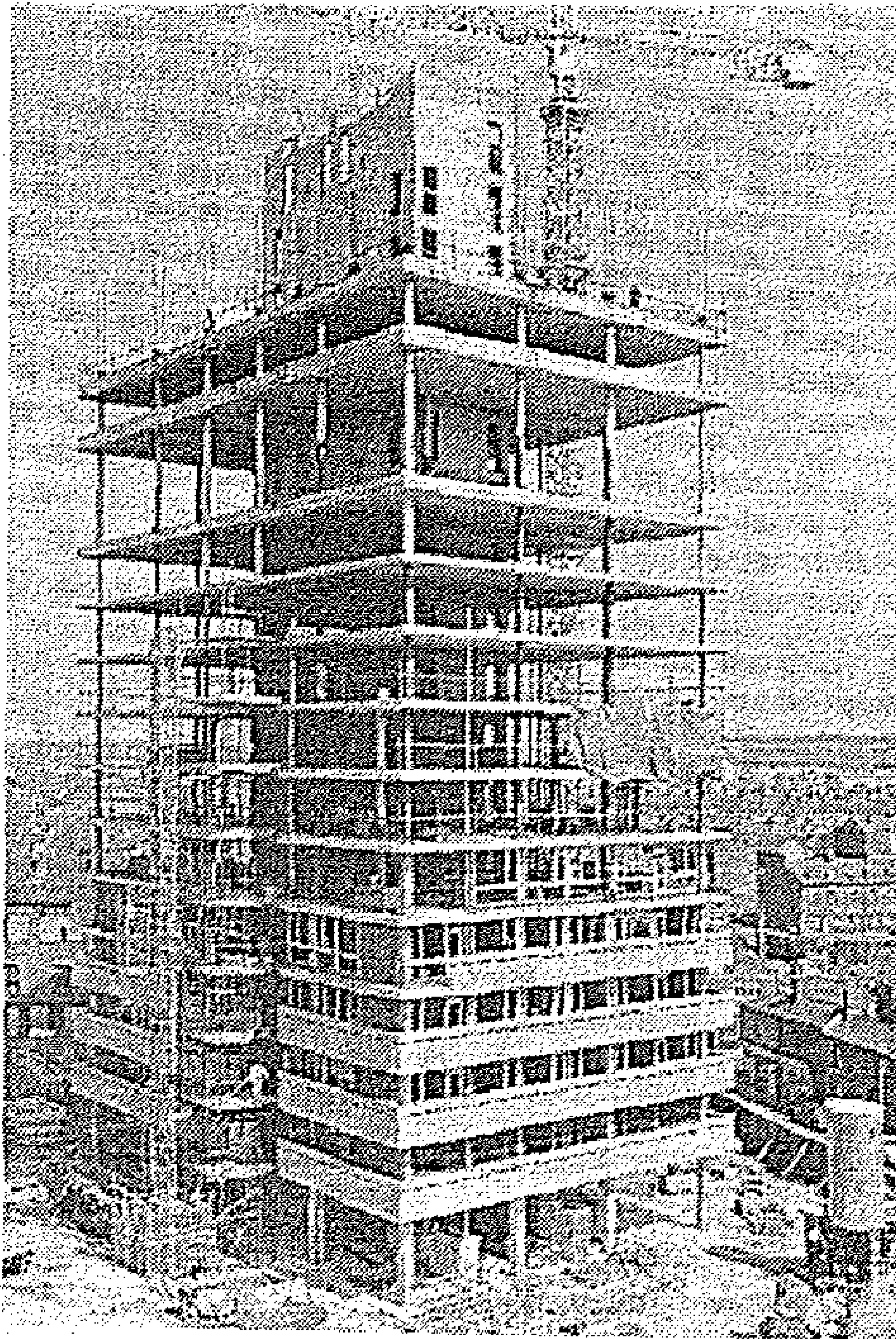
برج مراقبة – منشأ بطريقة الشدات المنزلقة للجسم الأسطواني للمنشأ ونظام الرفع الثقيل الجزء الخرساني العلوي – ليفربول – المملكة المتحدة



عمارات المريلاند – القاهرة

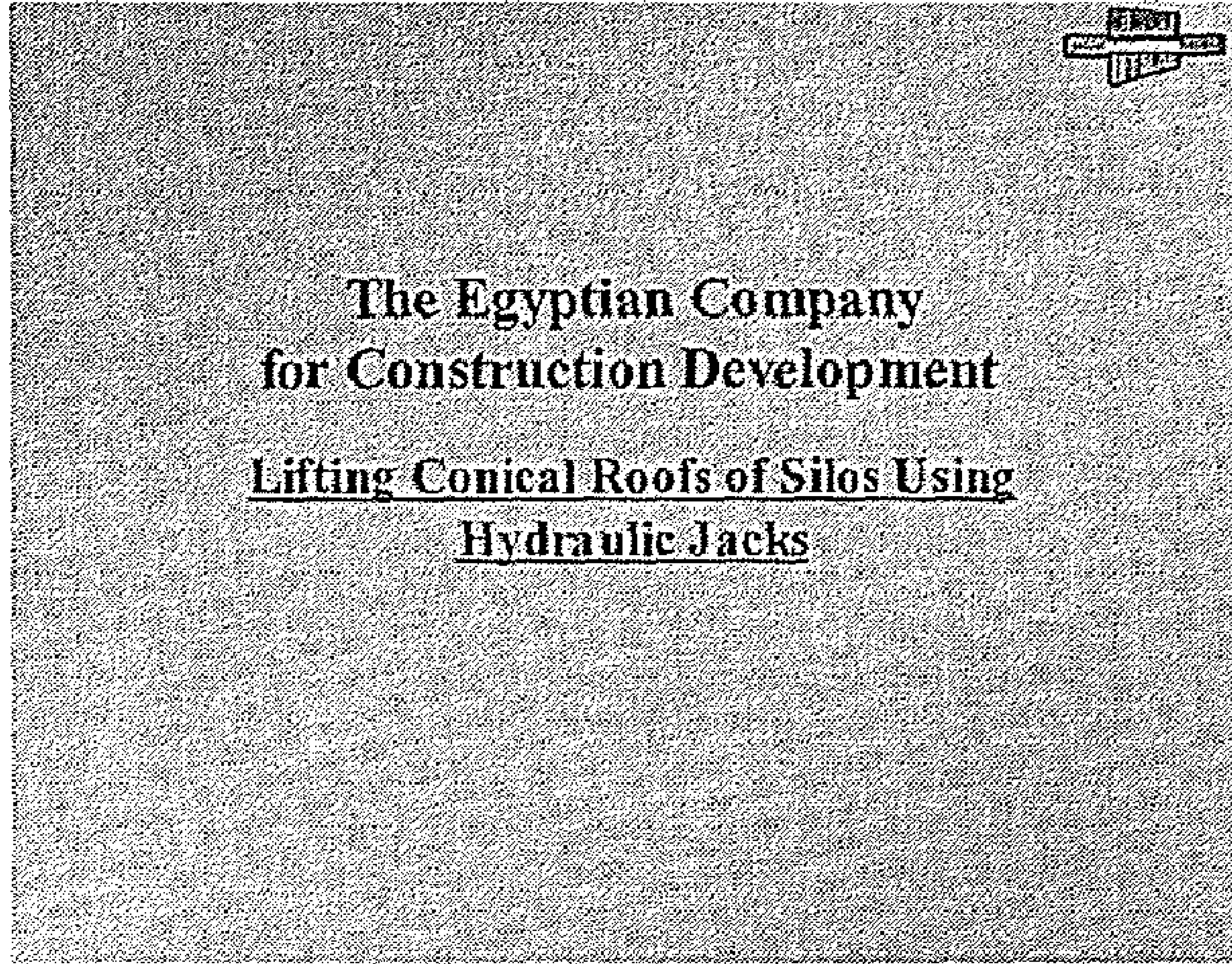


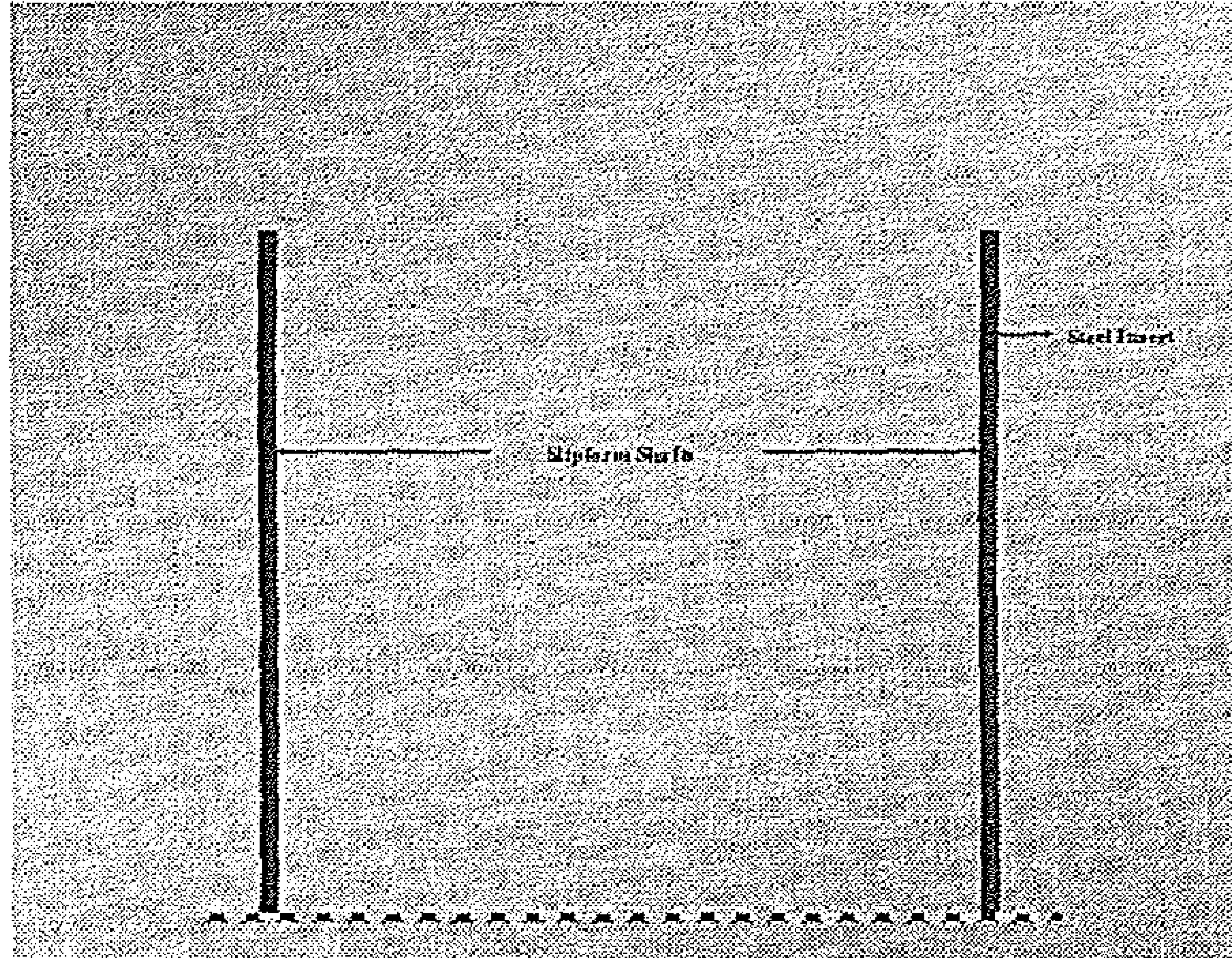
مبني من ١٧ طابق أثناء الأنشاء – قلب المبني منفذ بالشدات المنزلقة ، الأسقف منفذة بتكنولوجيا البلاطات المرفوعة



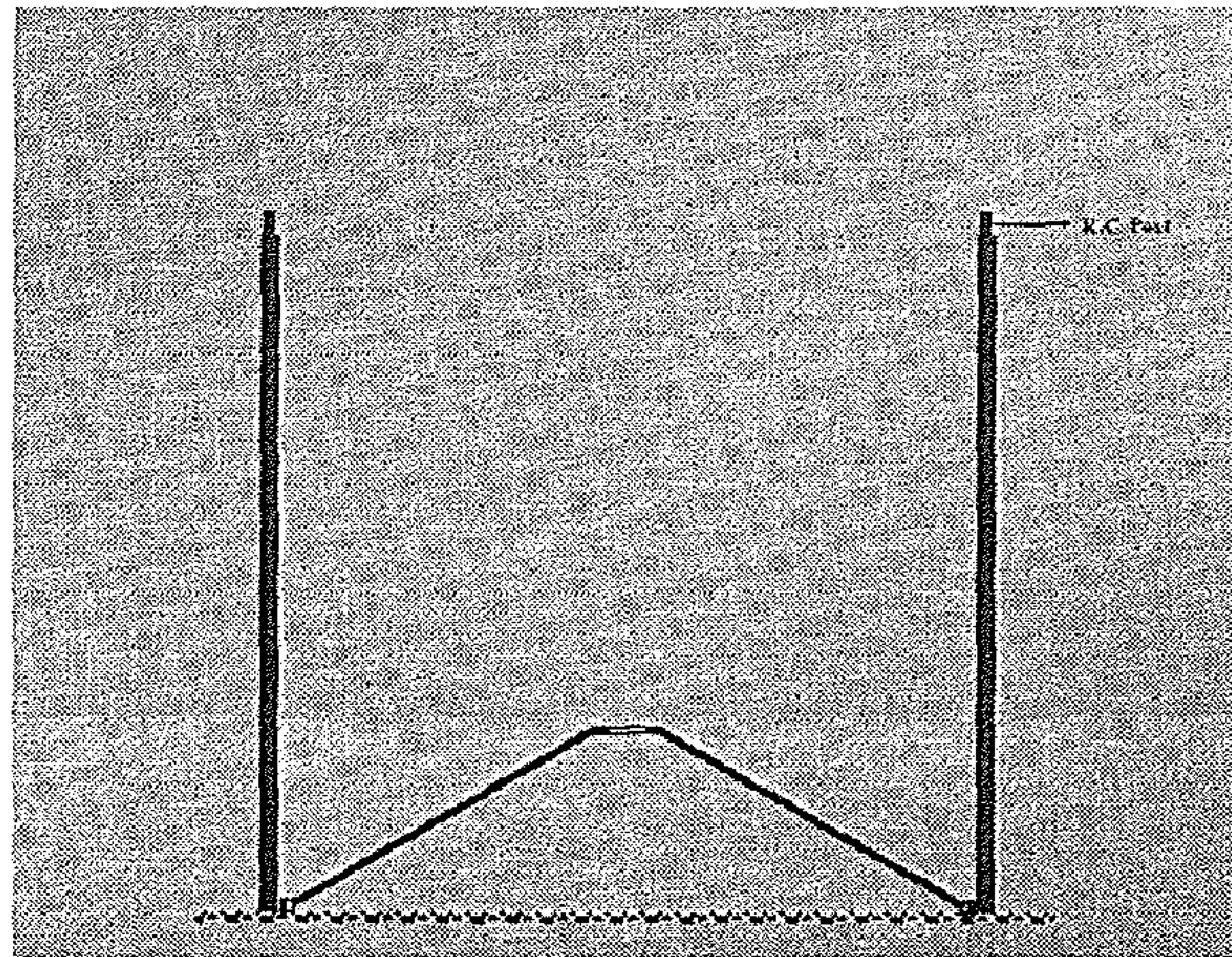
مبني من ١٧ طابق – قلب المبني منفذ بالشدات المنزلقة ، الأسقف منفذة بتكنولوجيا البلاطات المرفوعة

رفع الأسقف الخرسانية للصوامع والخزانات :

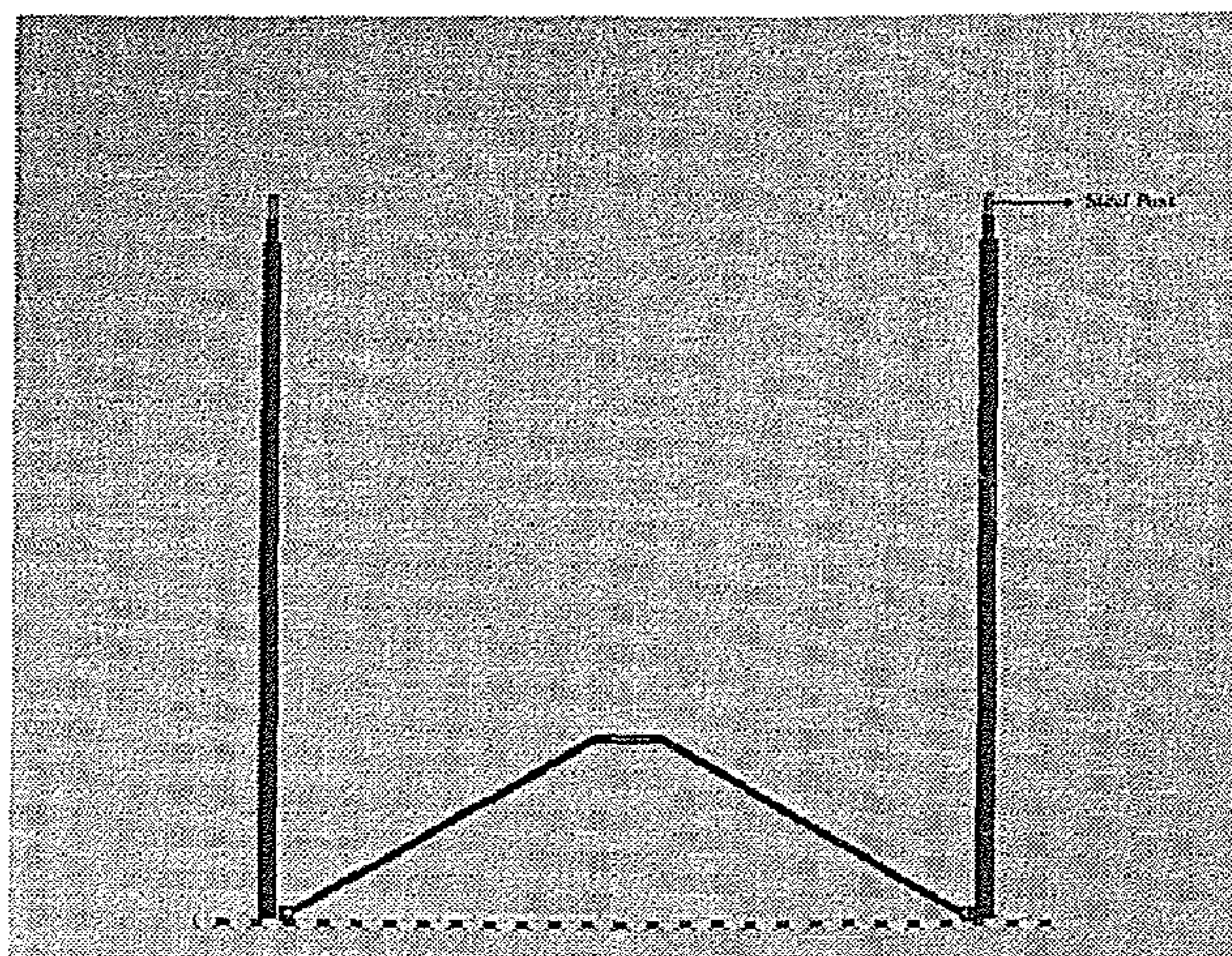




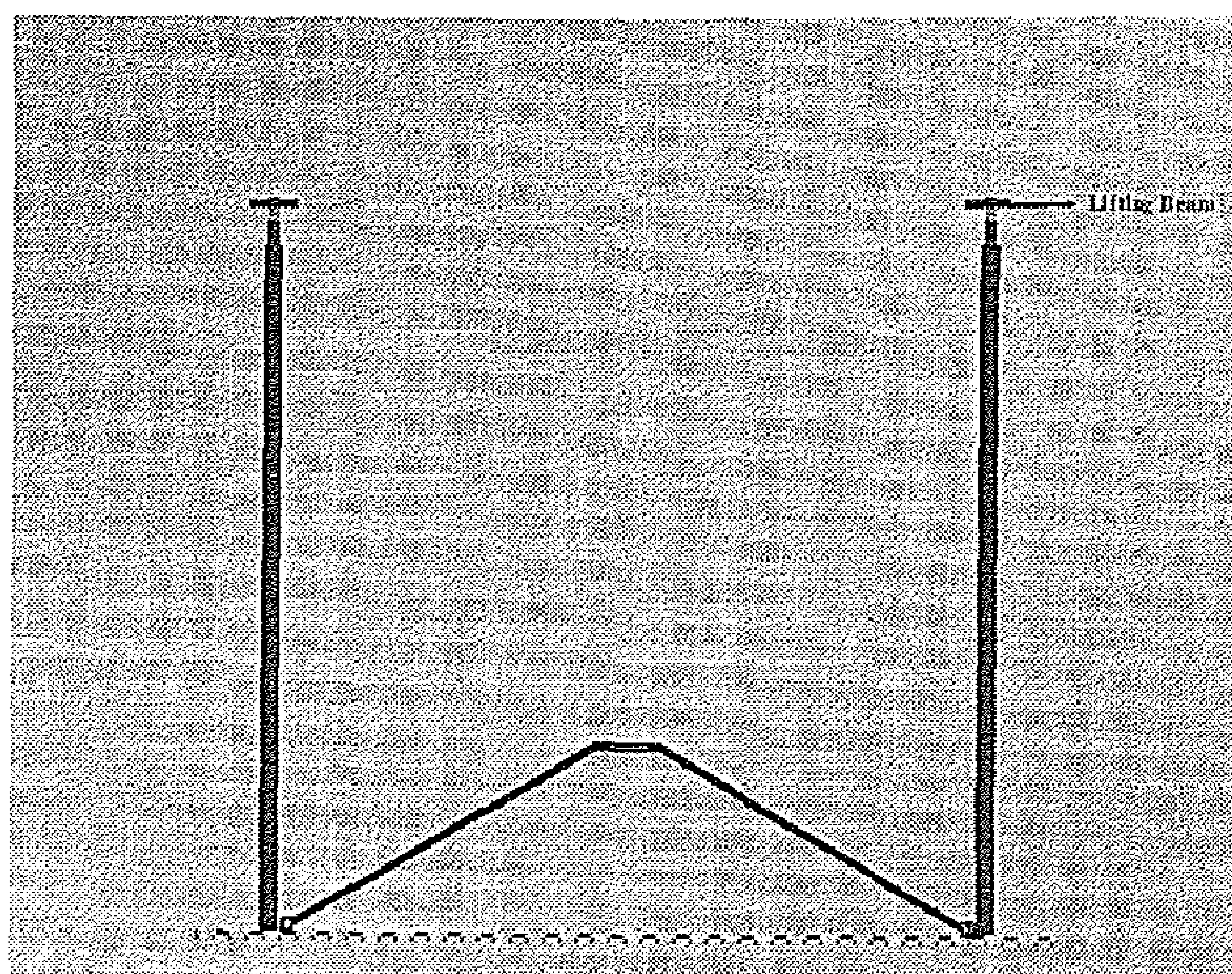
الأنهاء من صب الجسم الأسطواني للصومعة بواسط الشدات المنزلقة



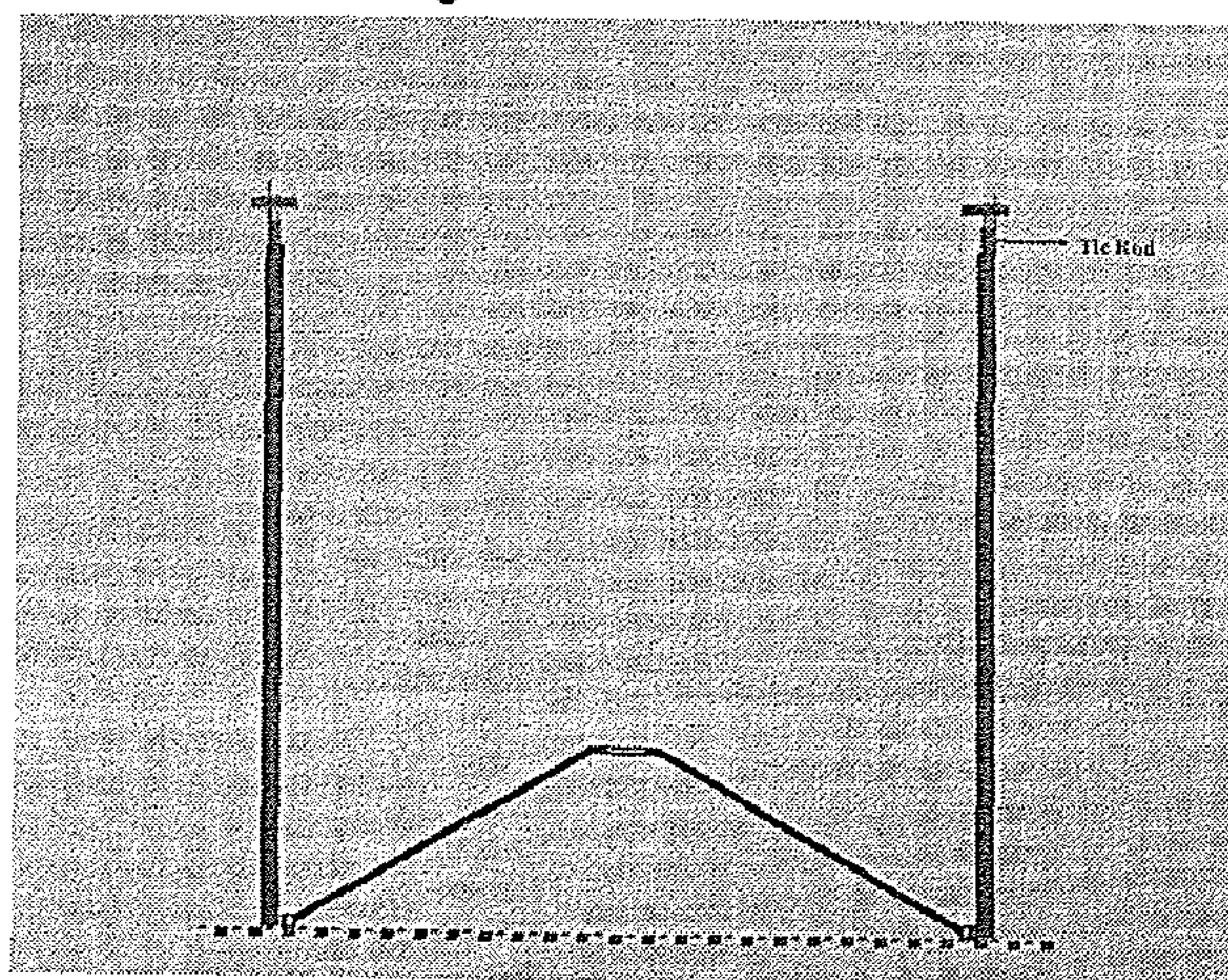
عمل ركائز الكواريك الخرسانية



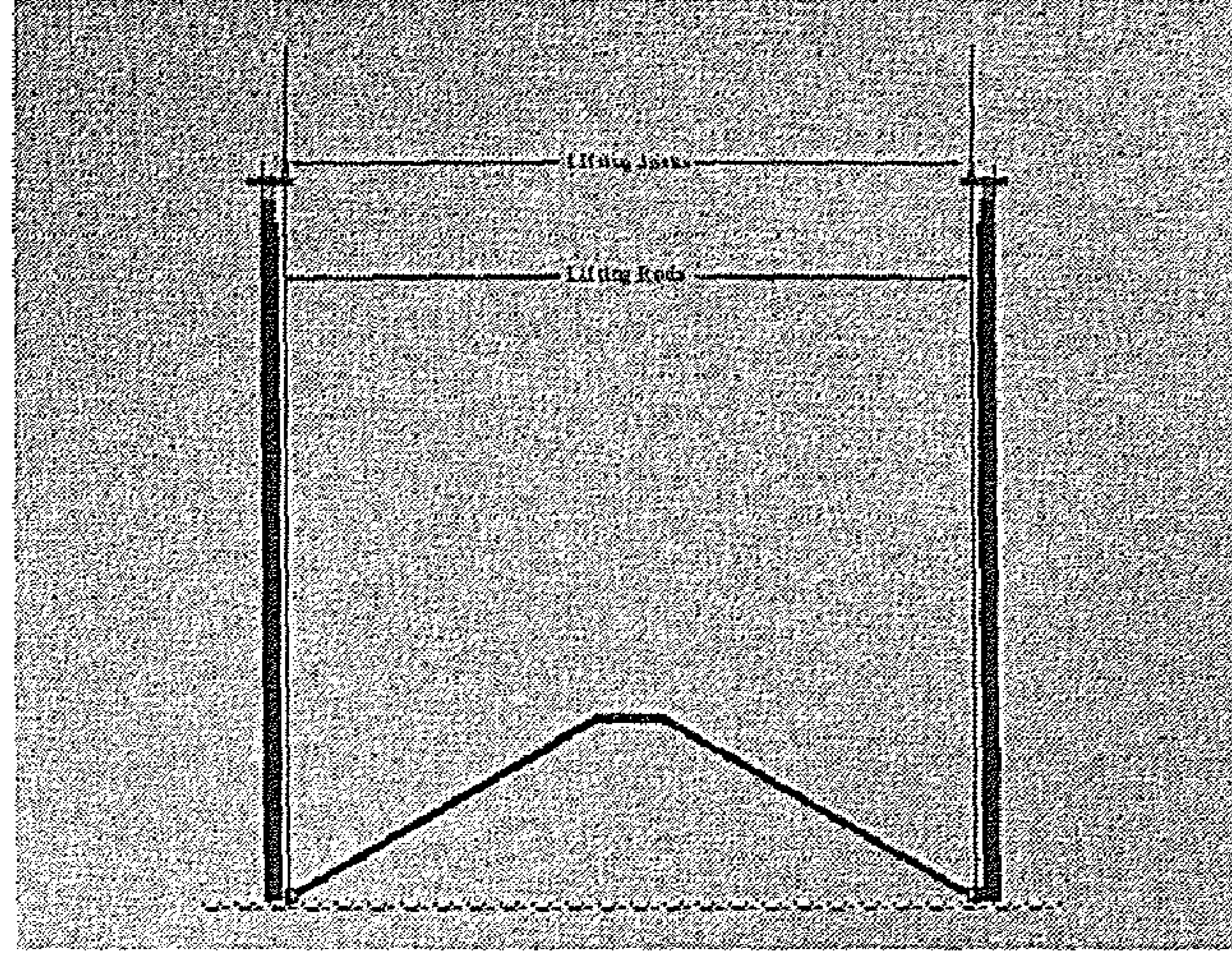
عمل ركائز الكواريك المعدنية



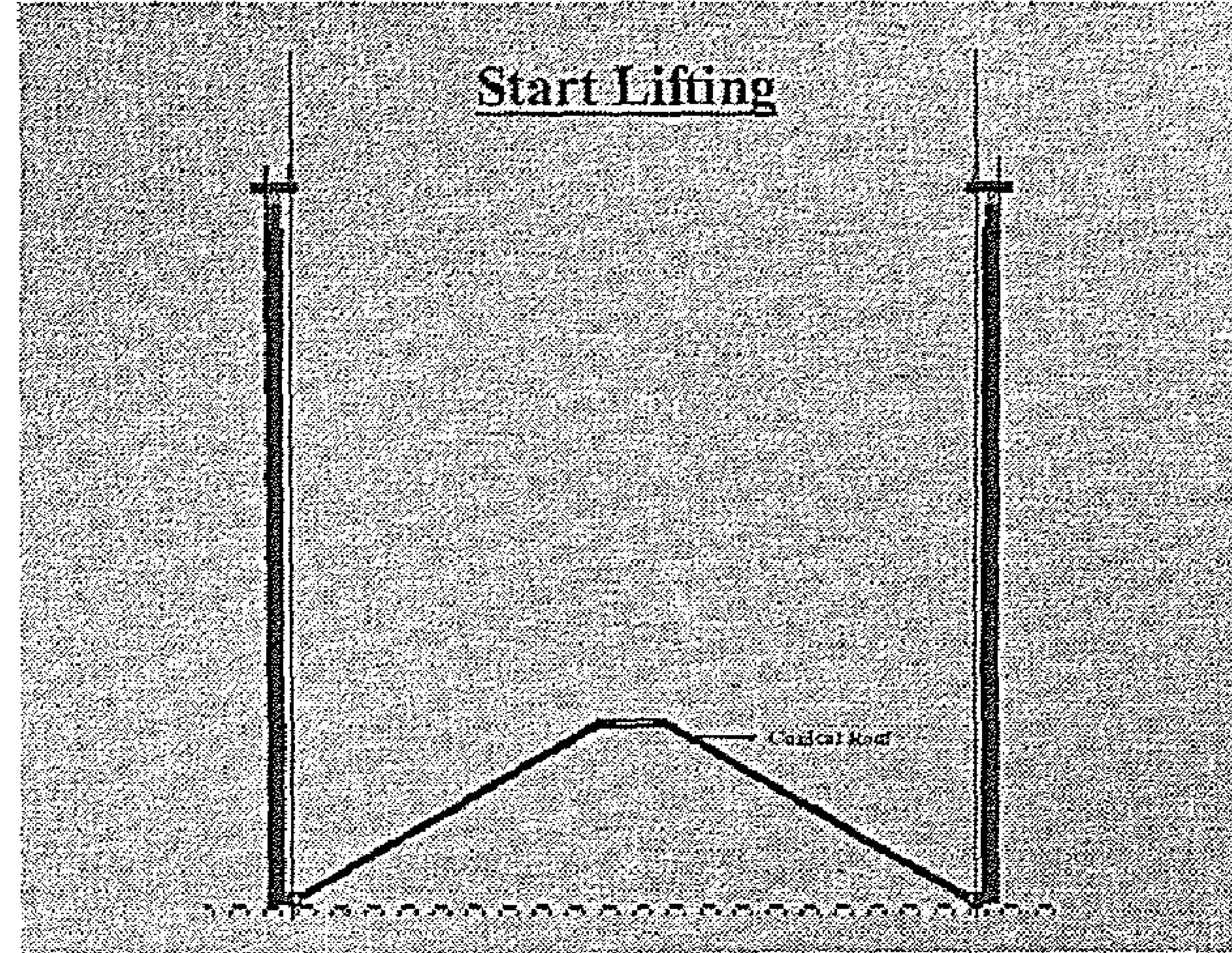
تركيب كواريك الرفع



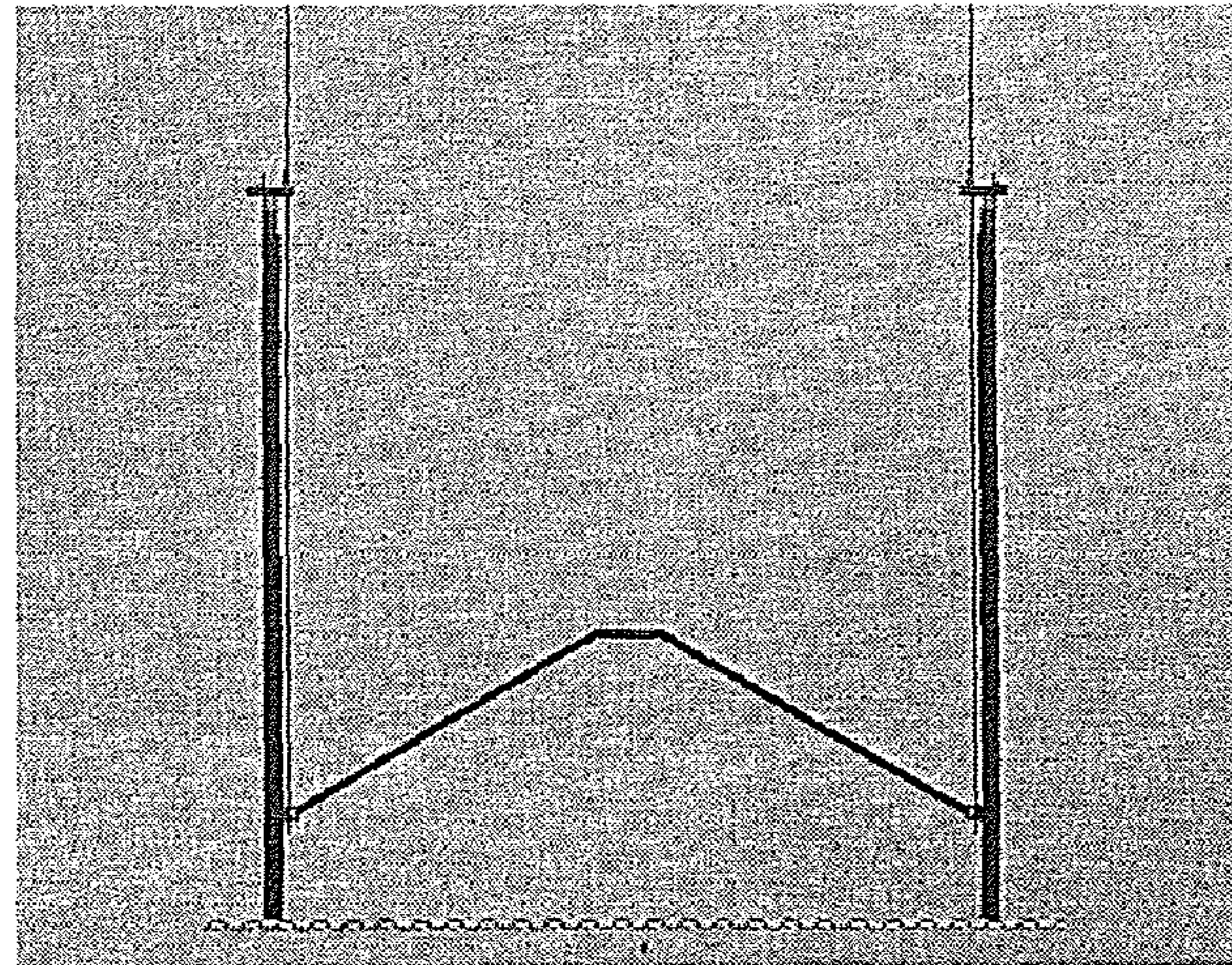
تركيب كابلات الرباط للكواريك



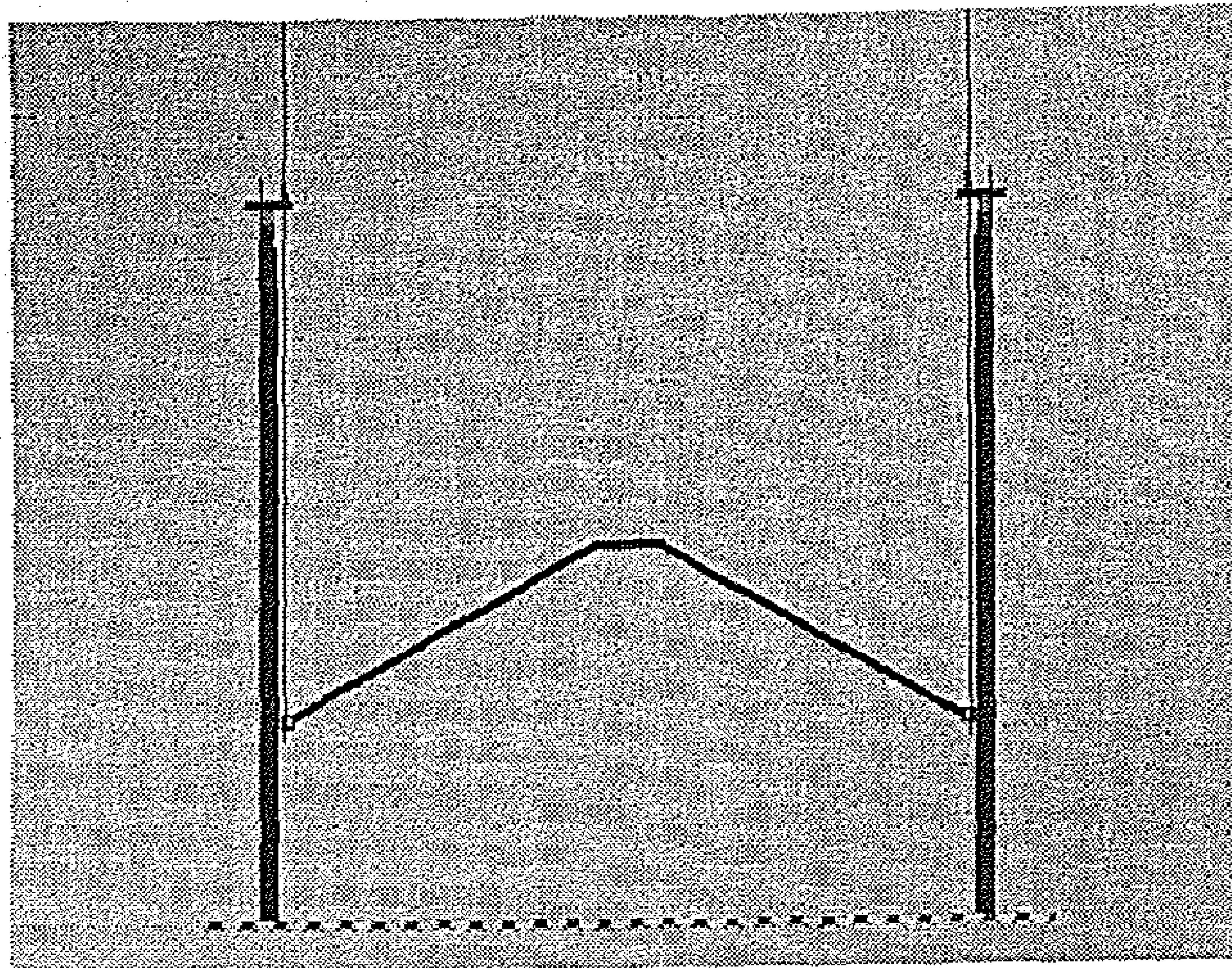
تركيب كابلات وكواريك الرفع



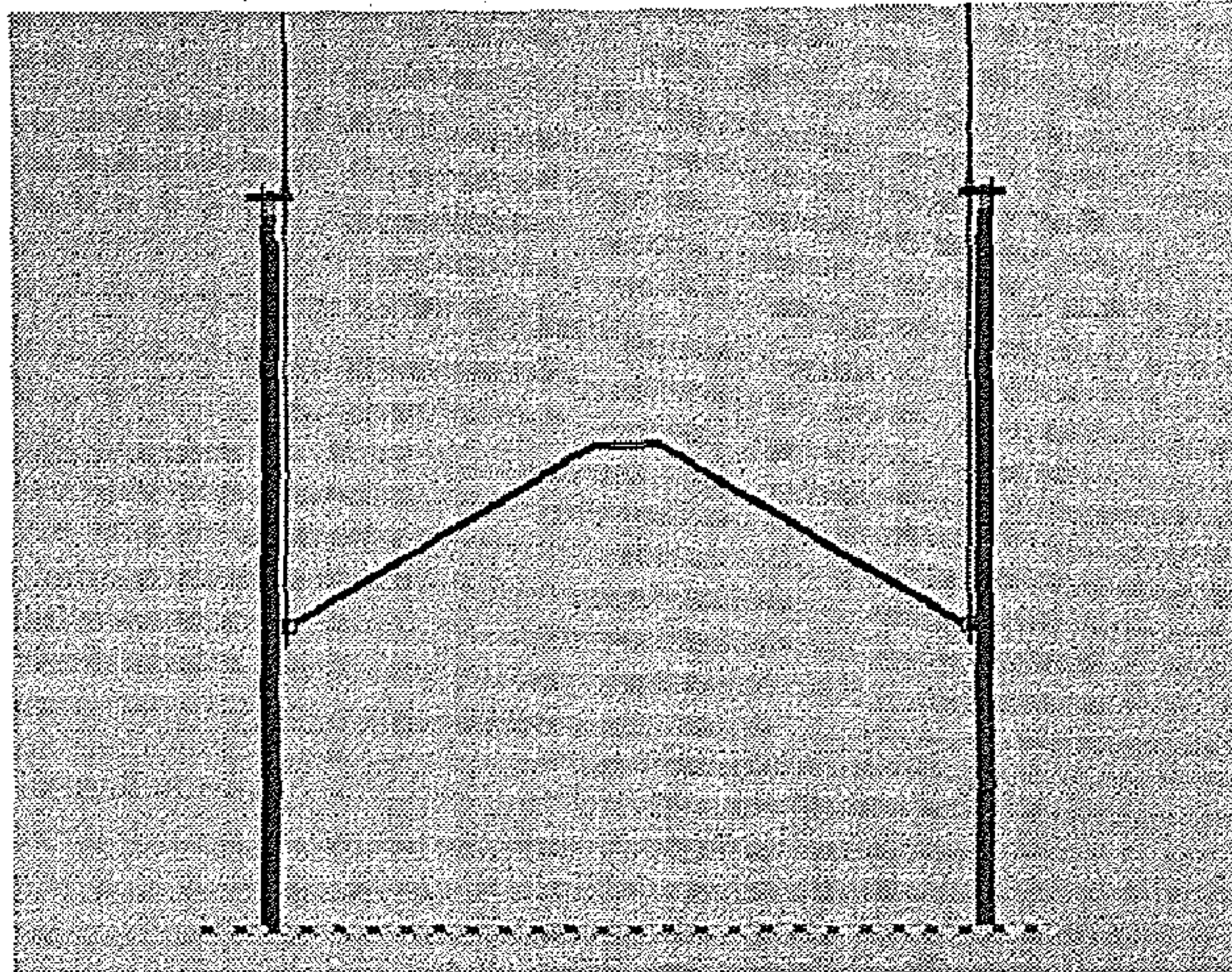
بدأ رفع السقف بالكواريك



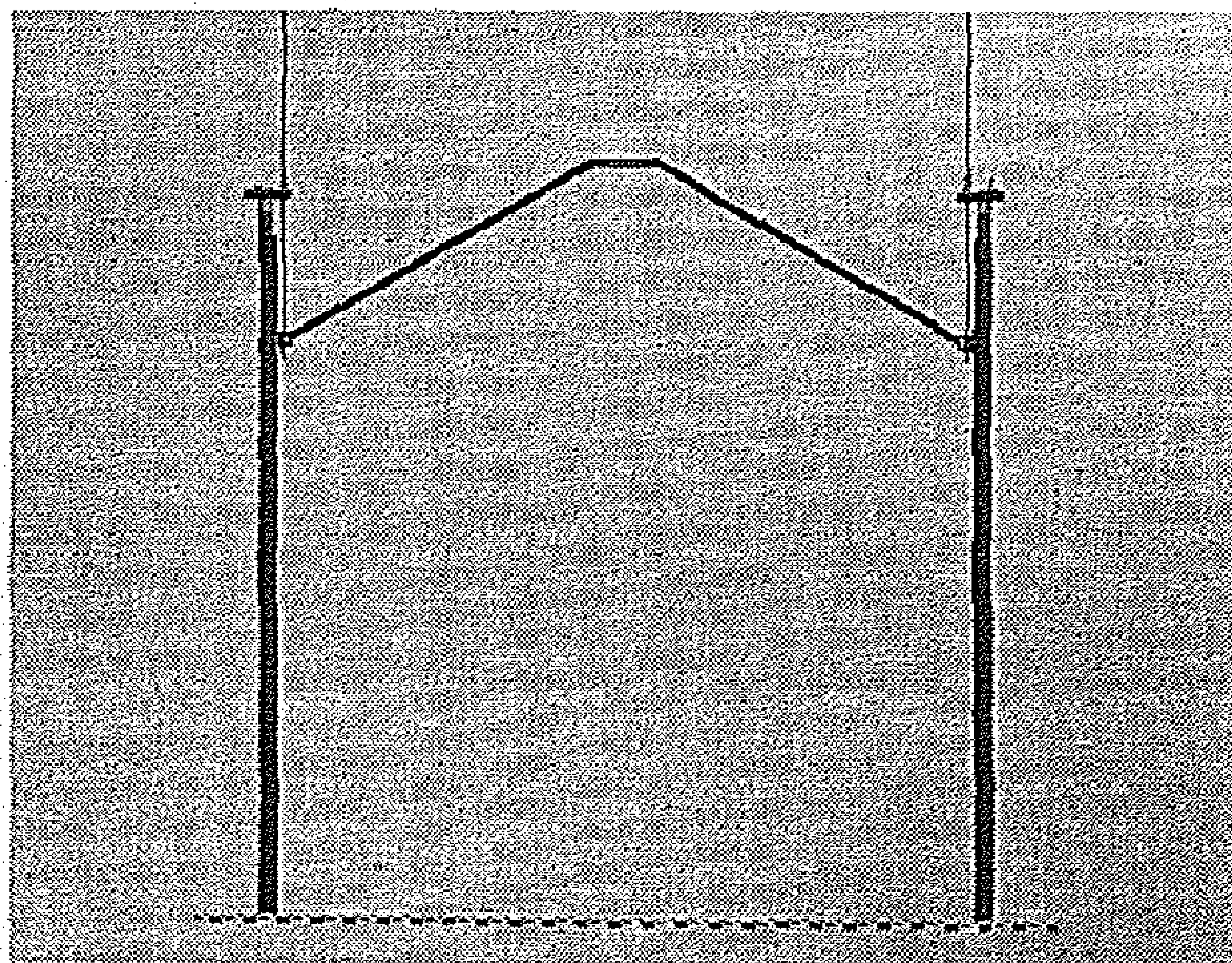
أستمرار رفع السقف



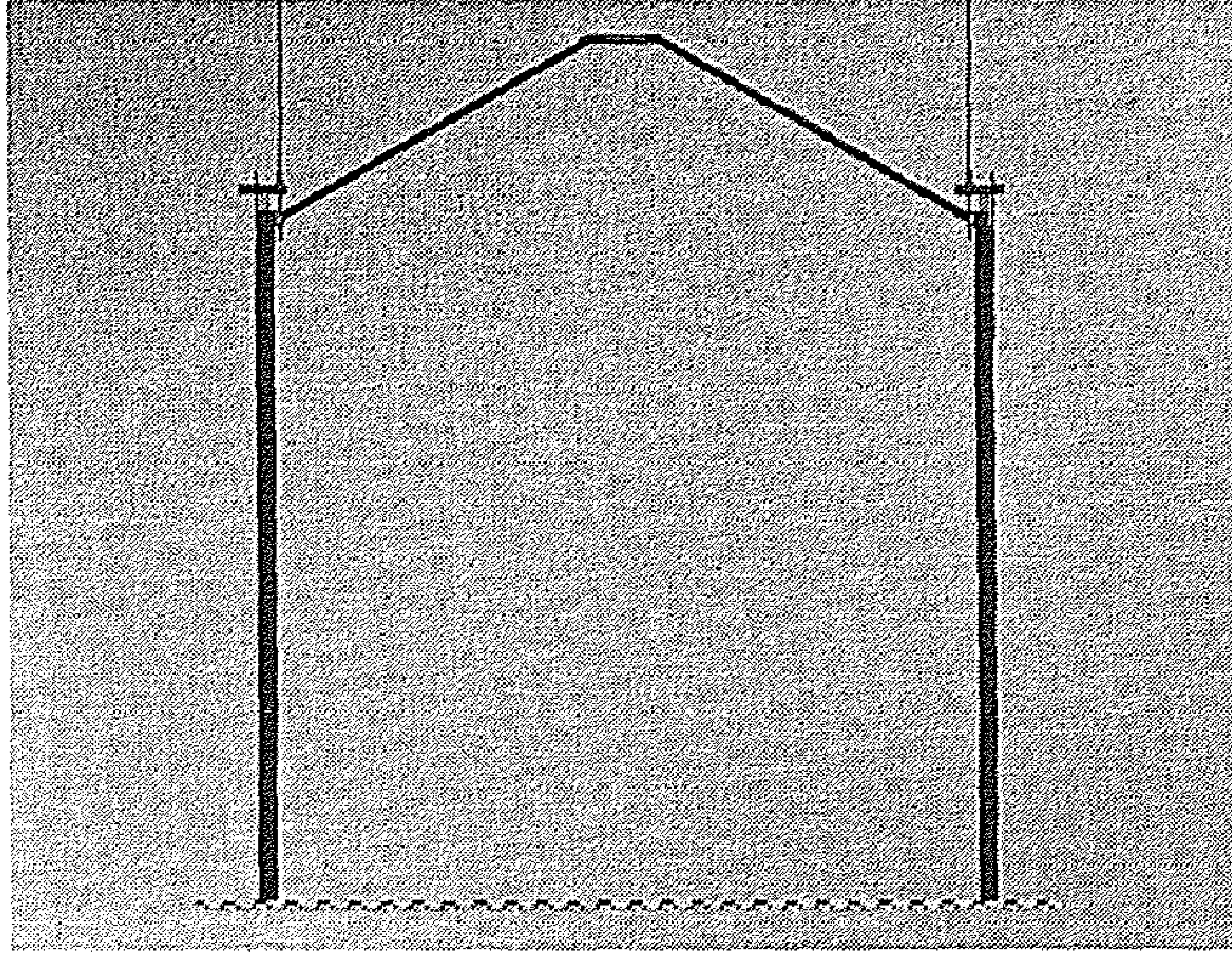
أستمرار رفع السقف



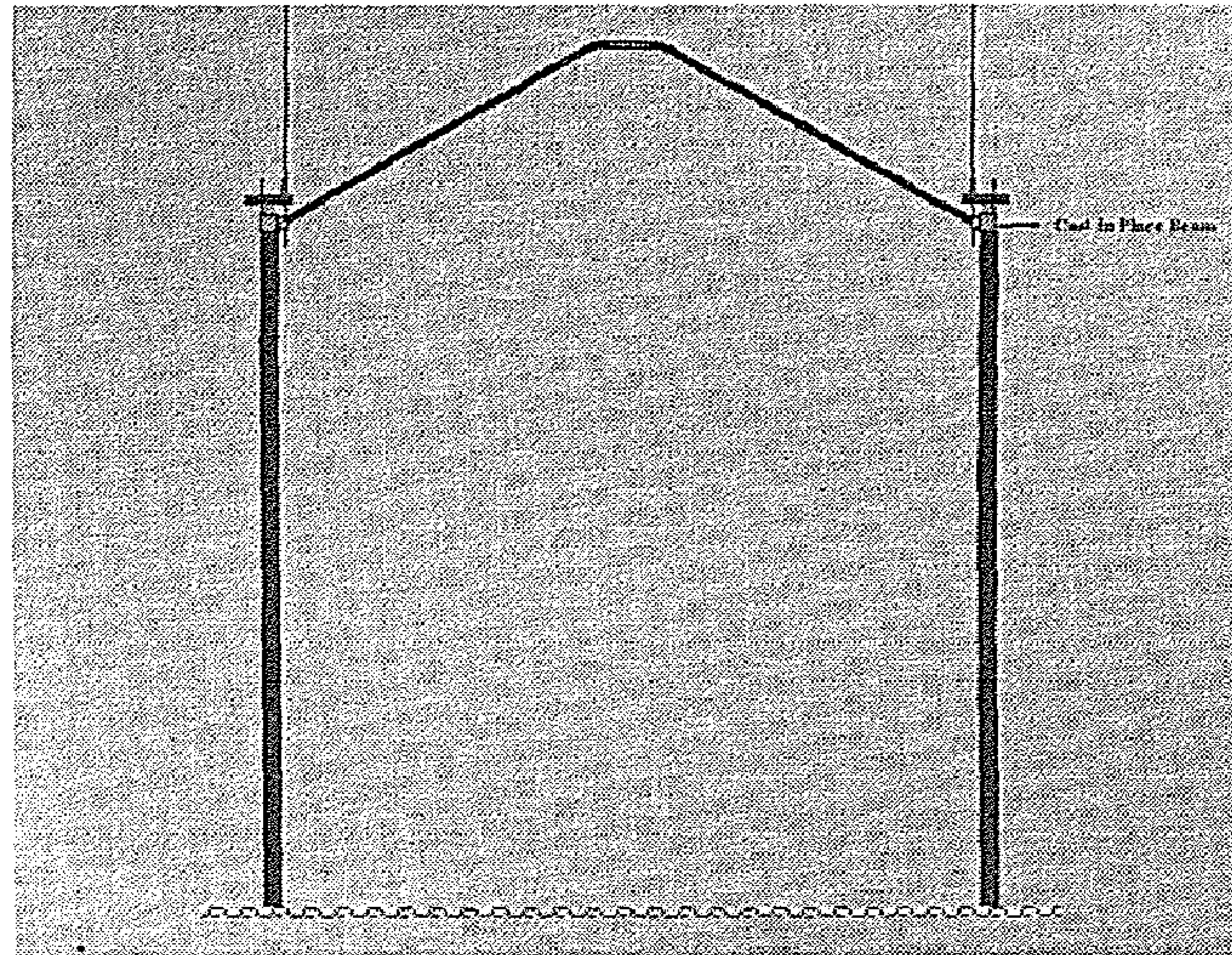
أستمرار رفع السقف



أستمرار رفع السقف



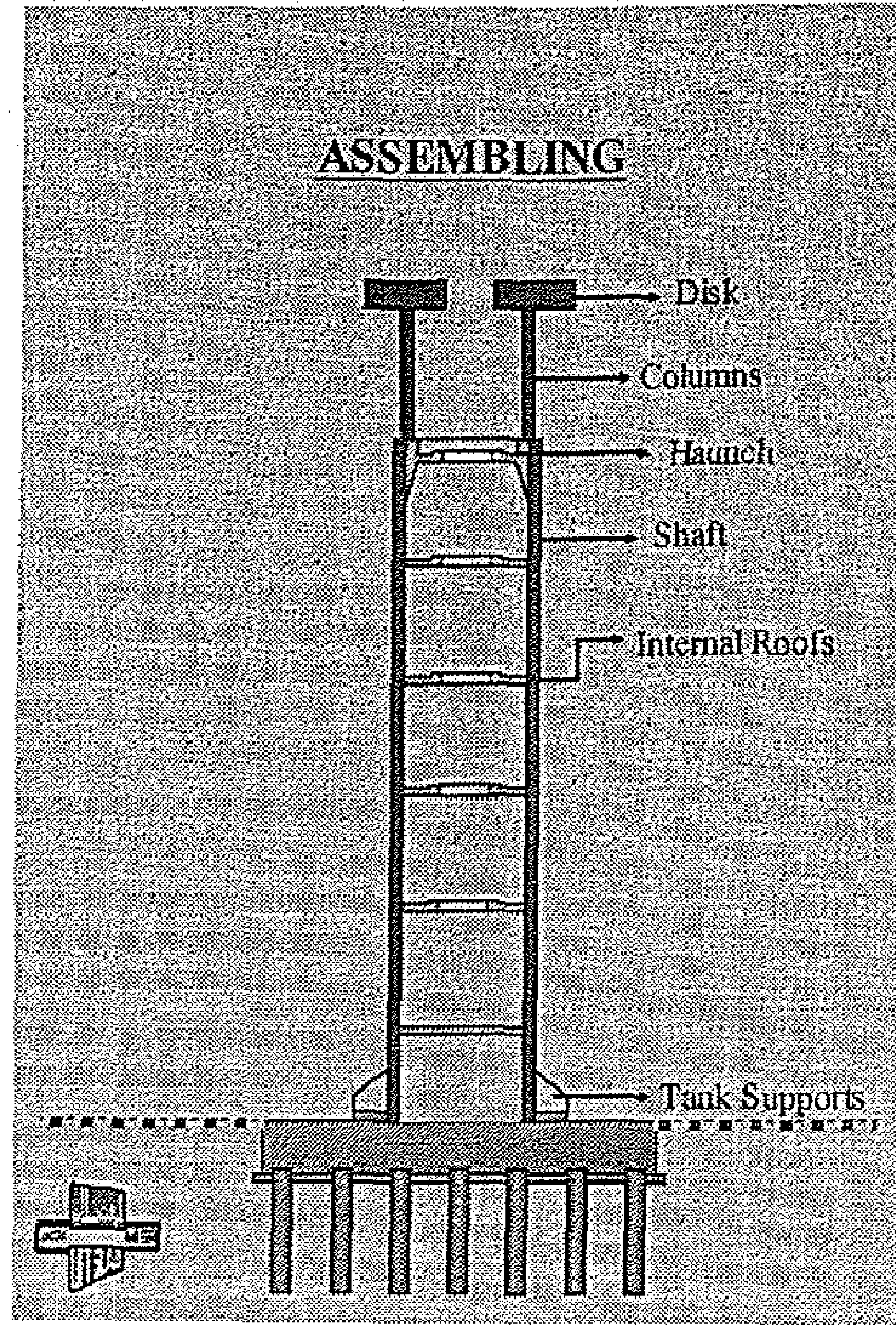
رفع السقف الي المنسوب النهائي



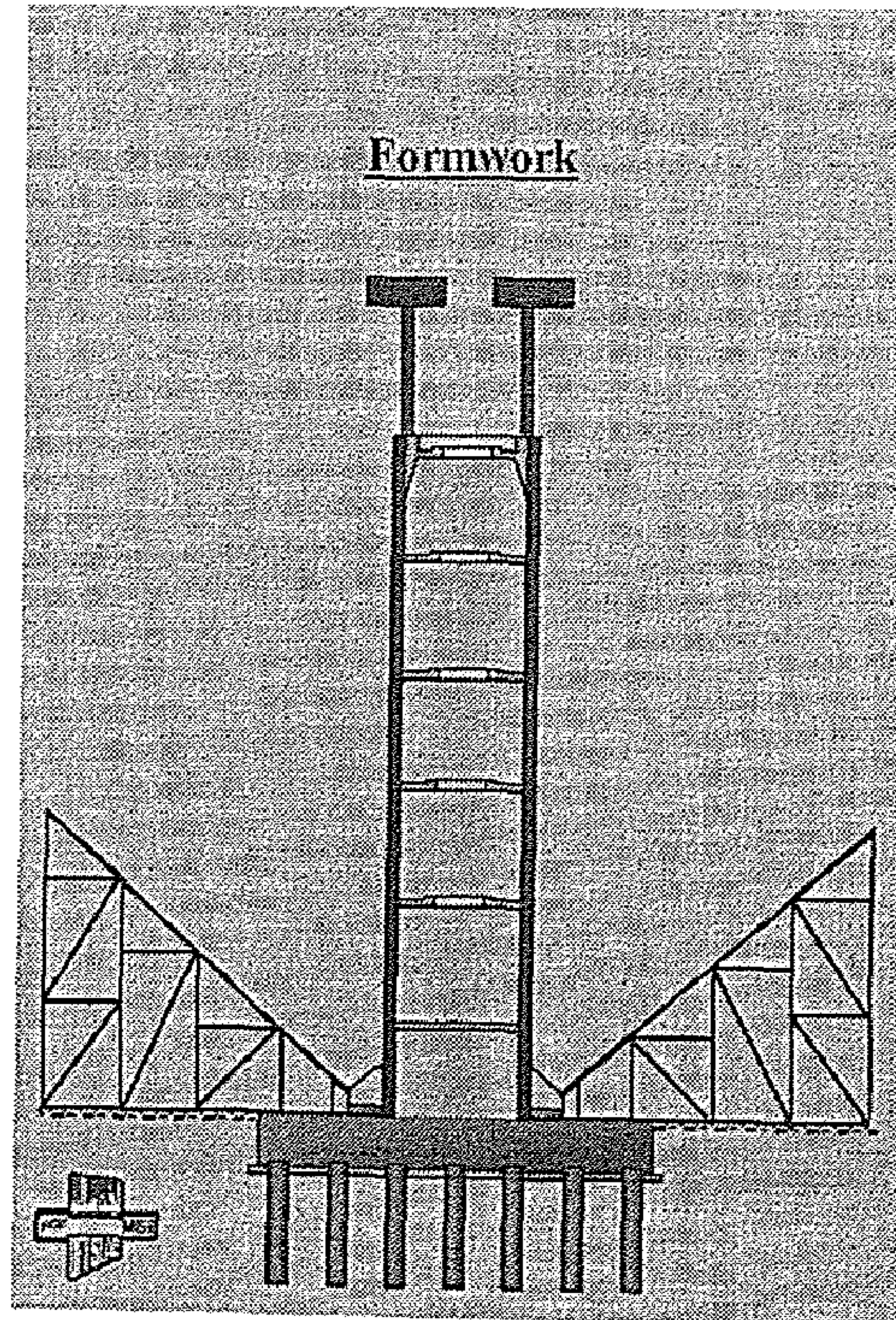
صب كمرة الداير للحلة

The Egyptian Company
for Construction Development

<u>Water Tower Tank Lifting</u>

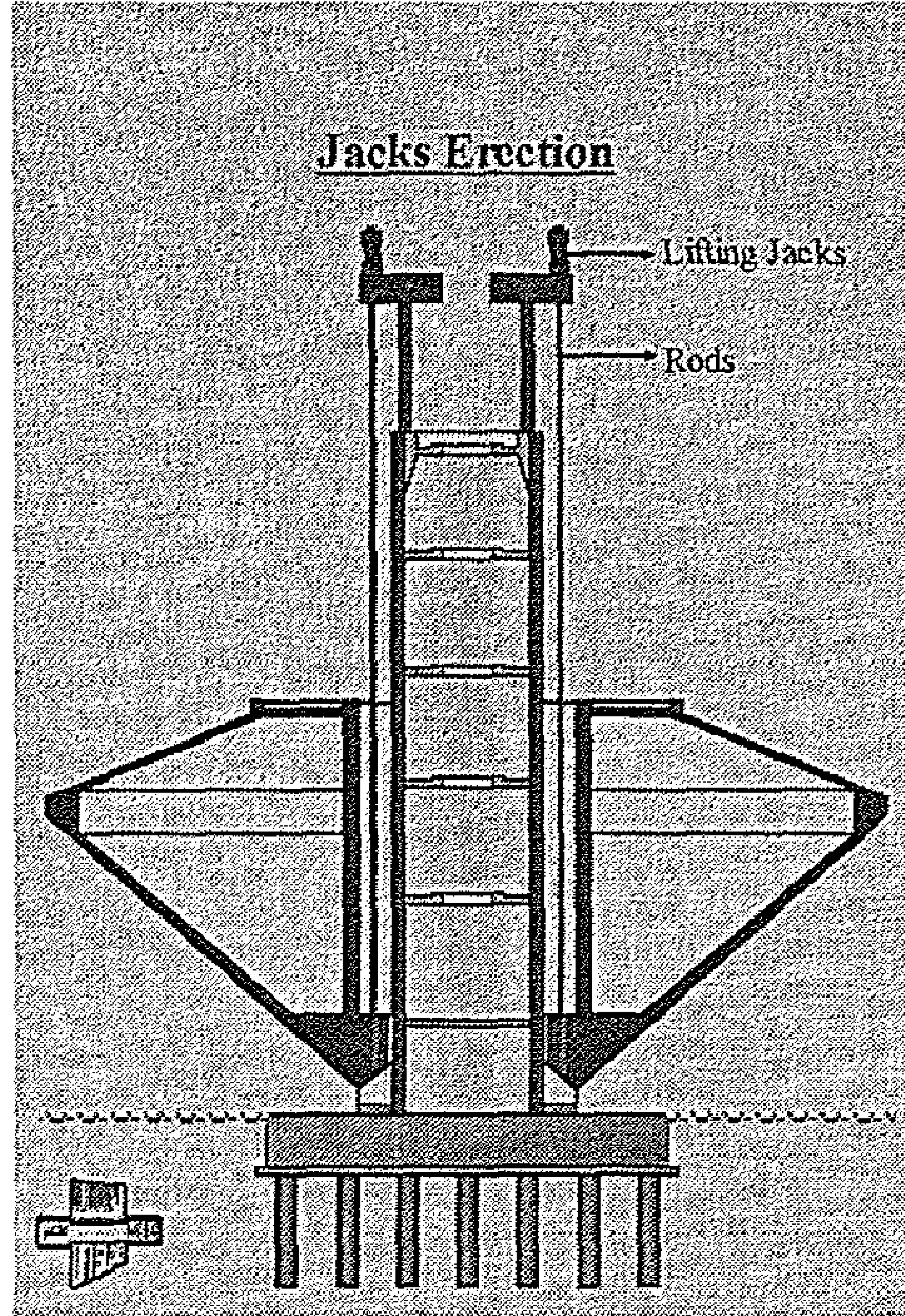


تفاصيل الخزان



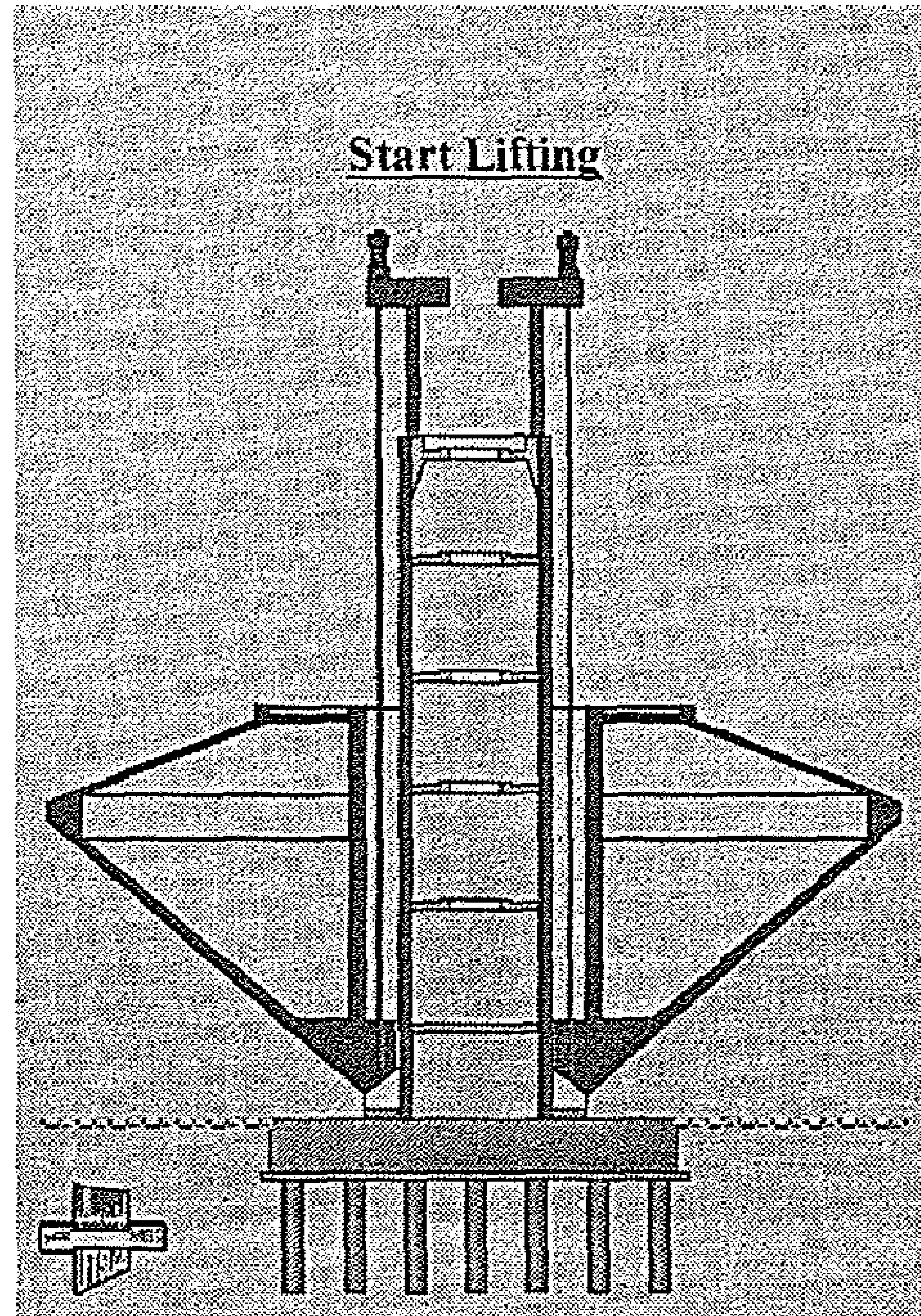
شركة ليفت سلاب مصر

عمل الشدة الأرضية للحلة



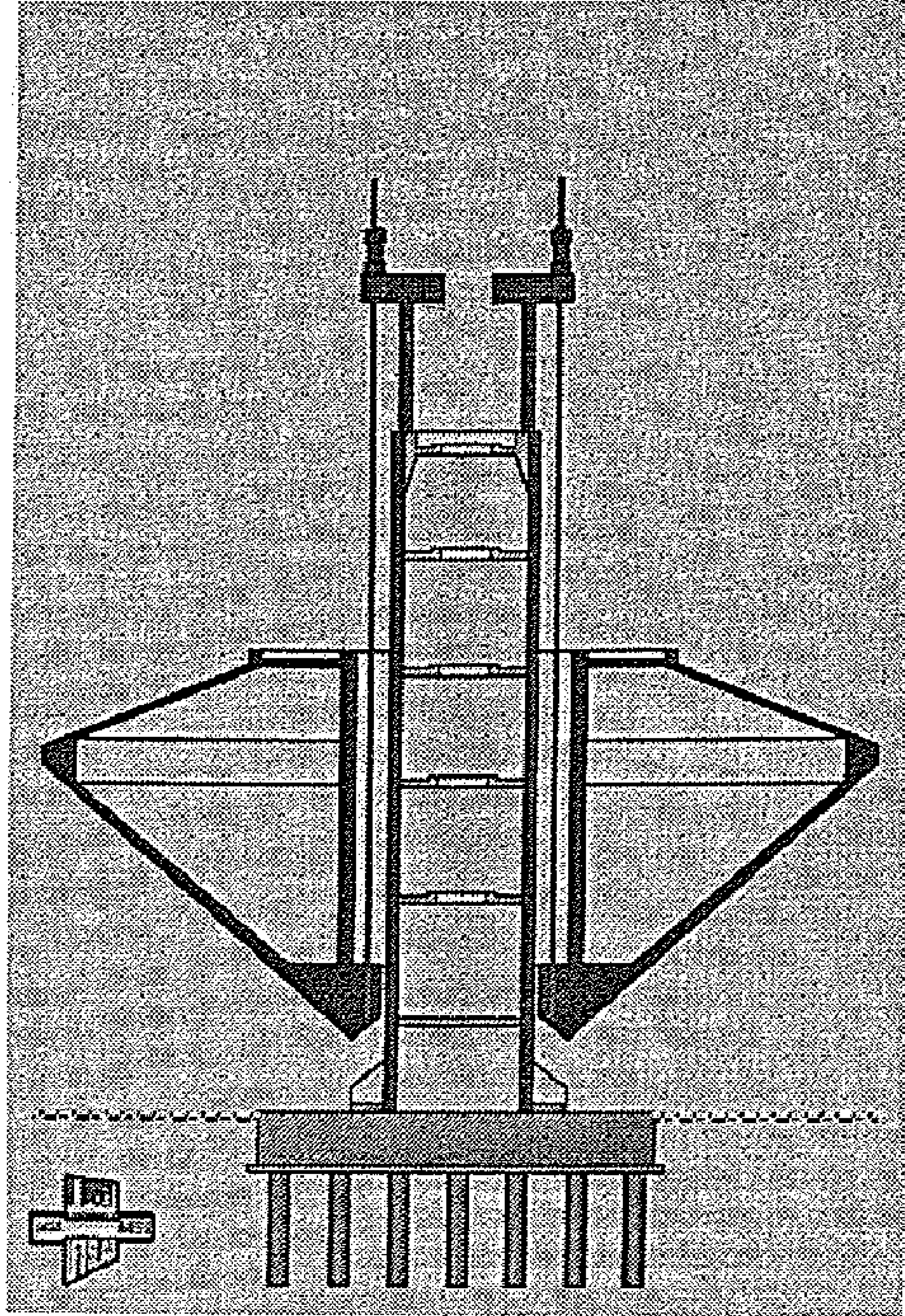
شركة ليفت سلاب مصر

تركيب كواريك الرفع



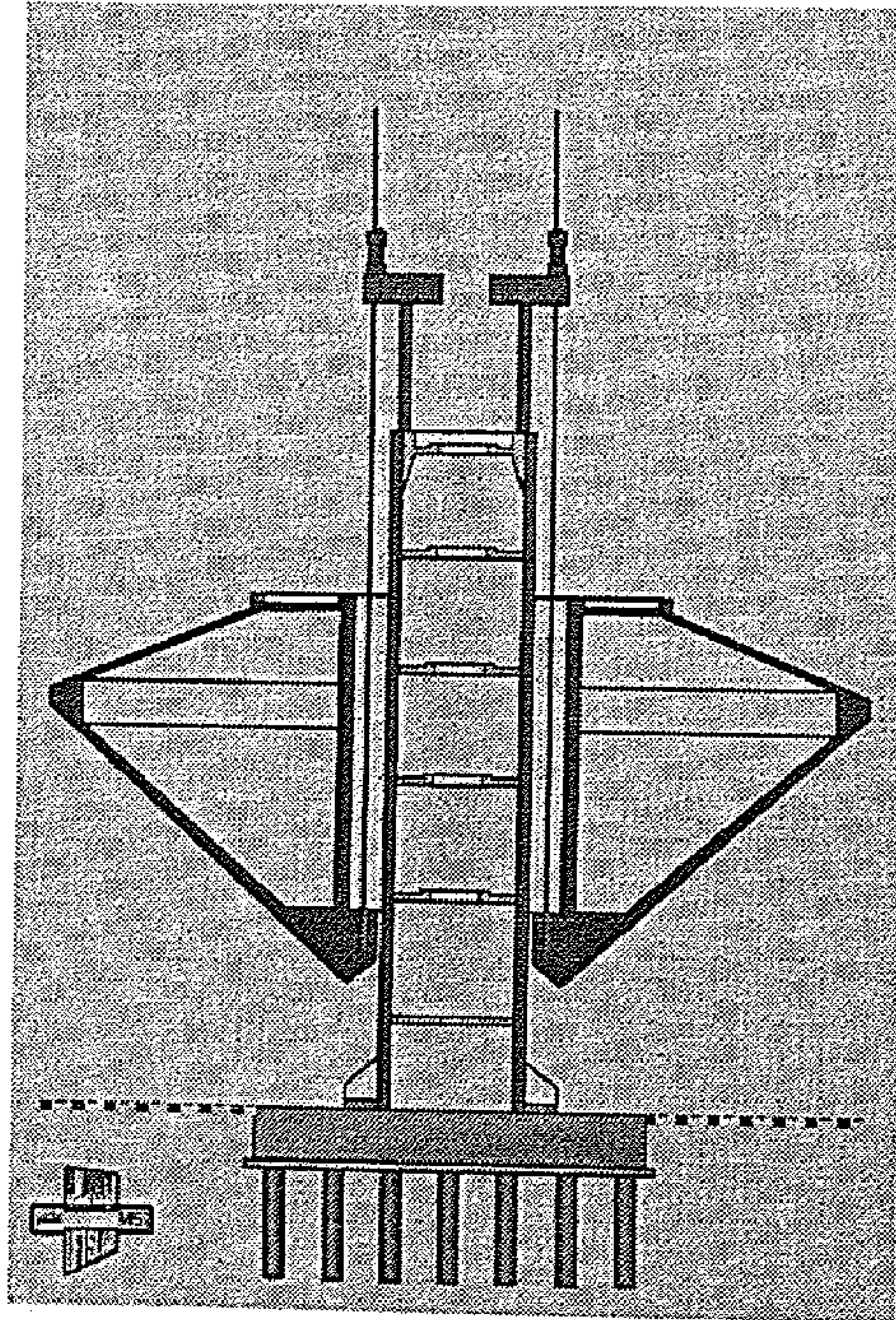
شركة ليفت سلاب مصر

بدأ رفع الحلة



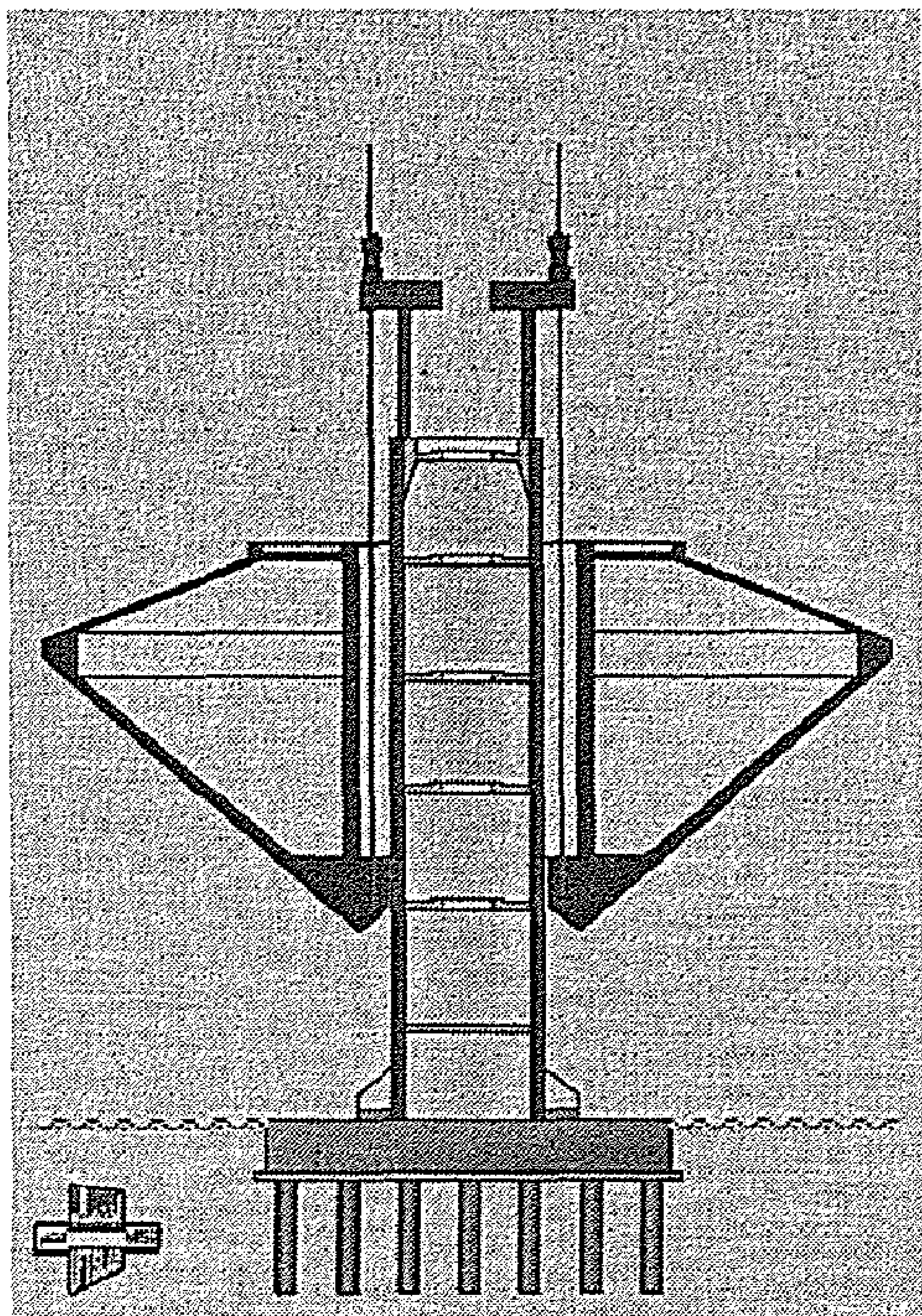
شركة ليفت سلاب مصر

أستمرار رفع الحلة



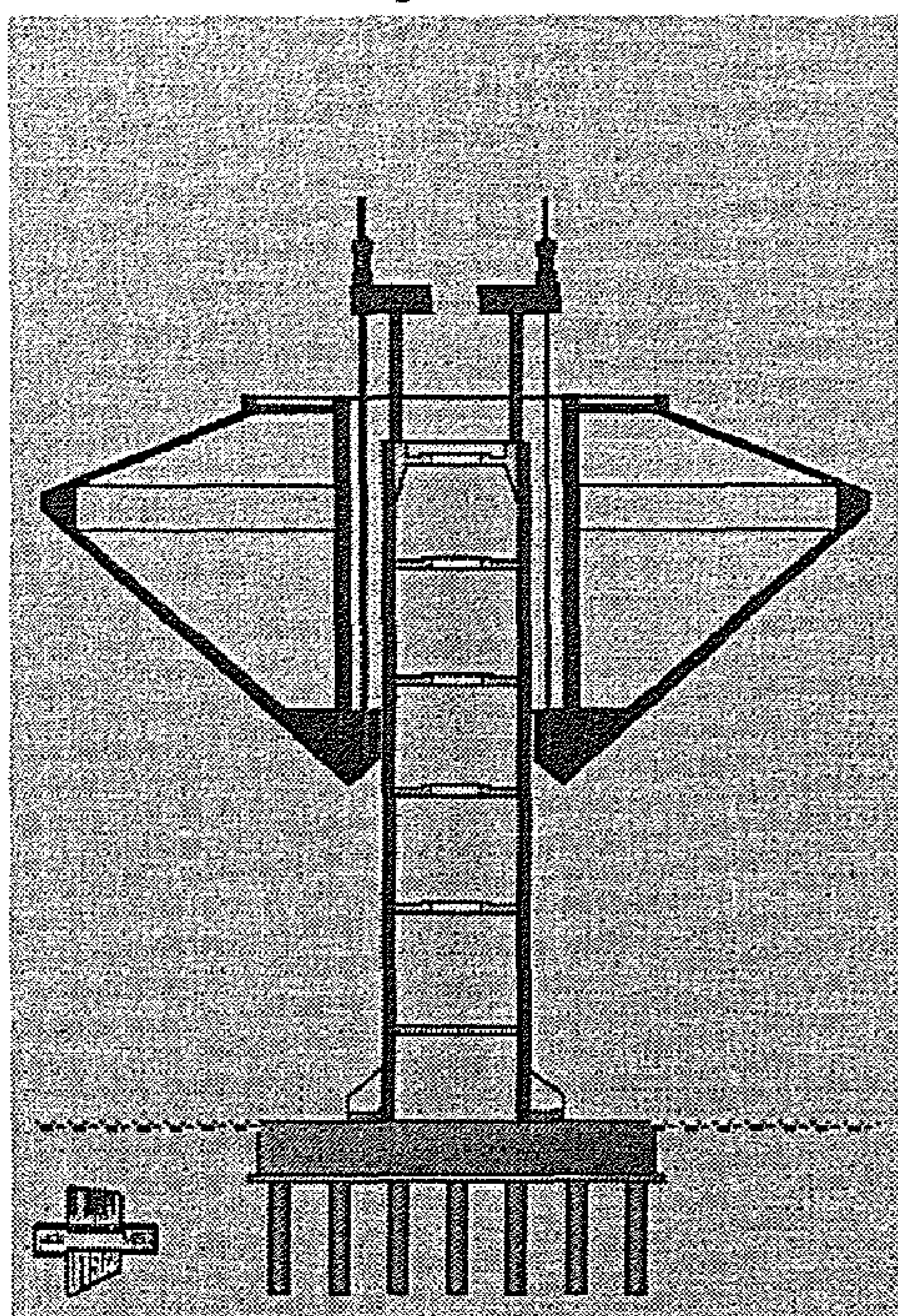
شركة ليفت سلاب مصر

أستمرار رفع الحلة



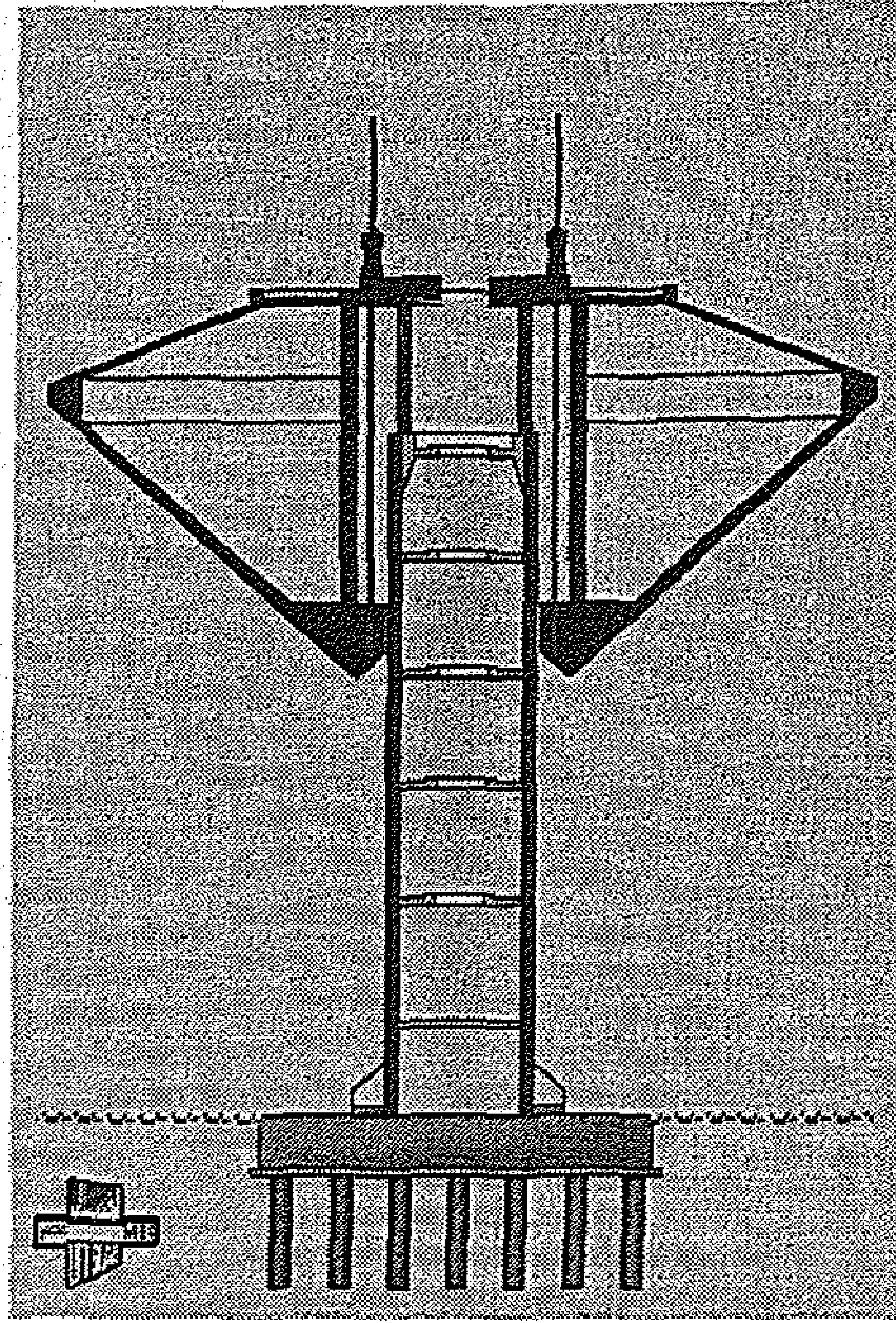
شركة ليفت سلاب مصر

أستمرار رفع الحلة



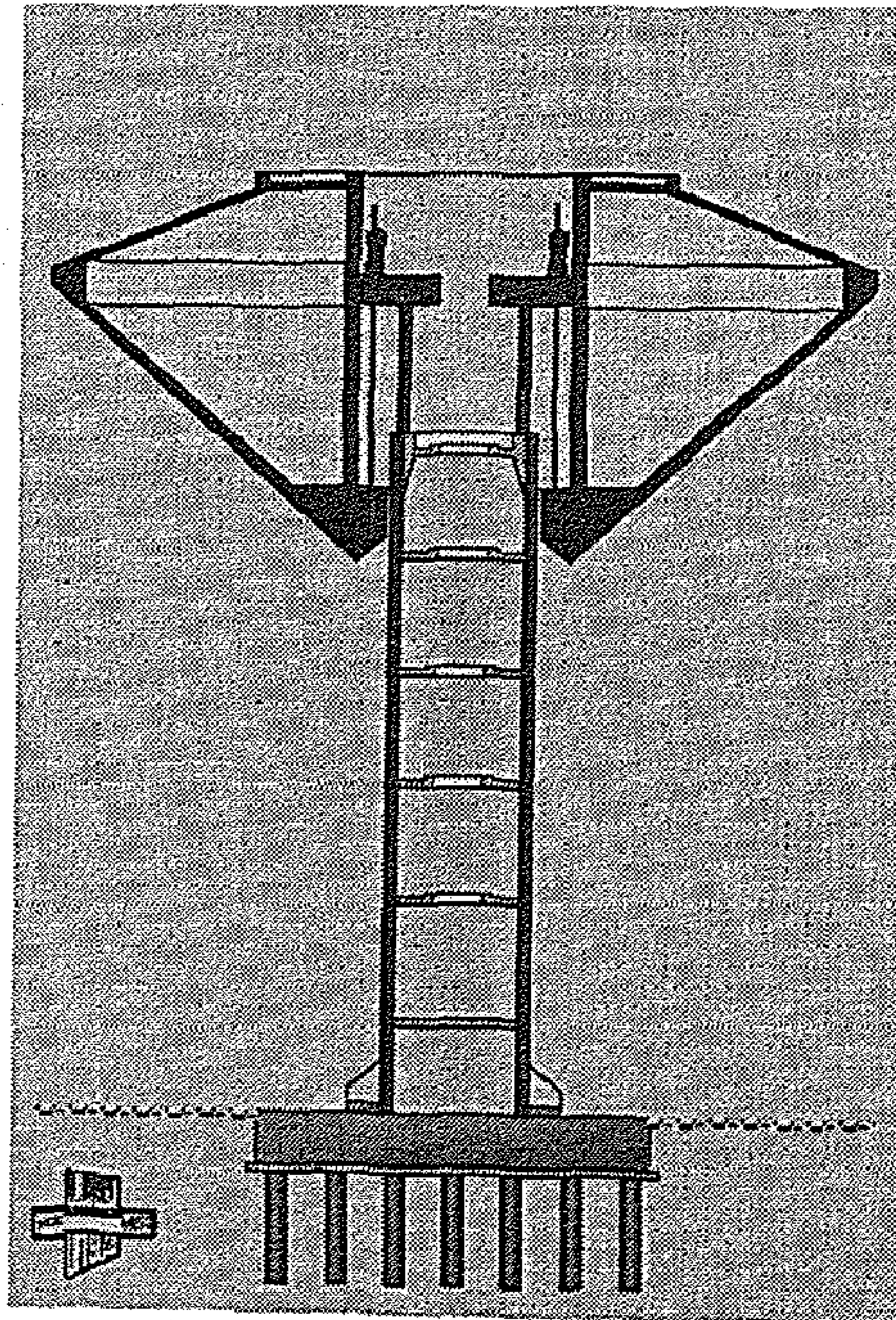
شركة ليفت سلاب مصر

أستمرار رفع الحلة



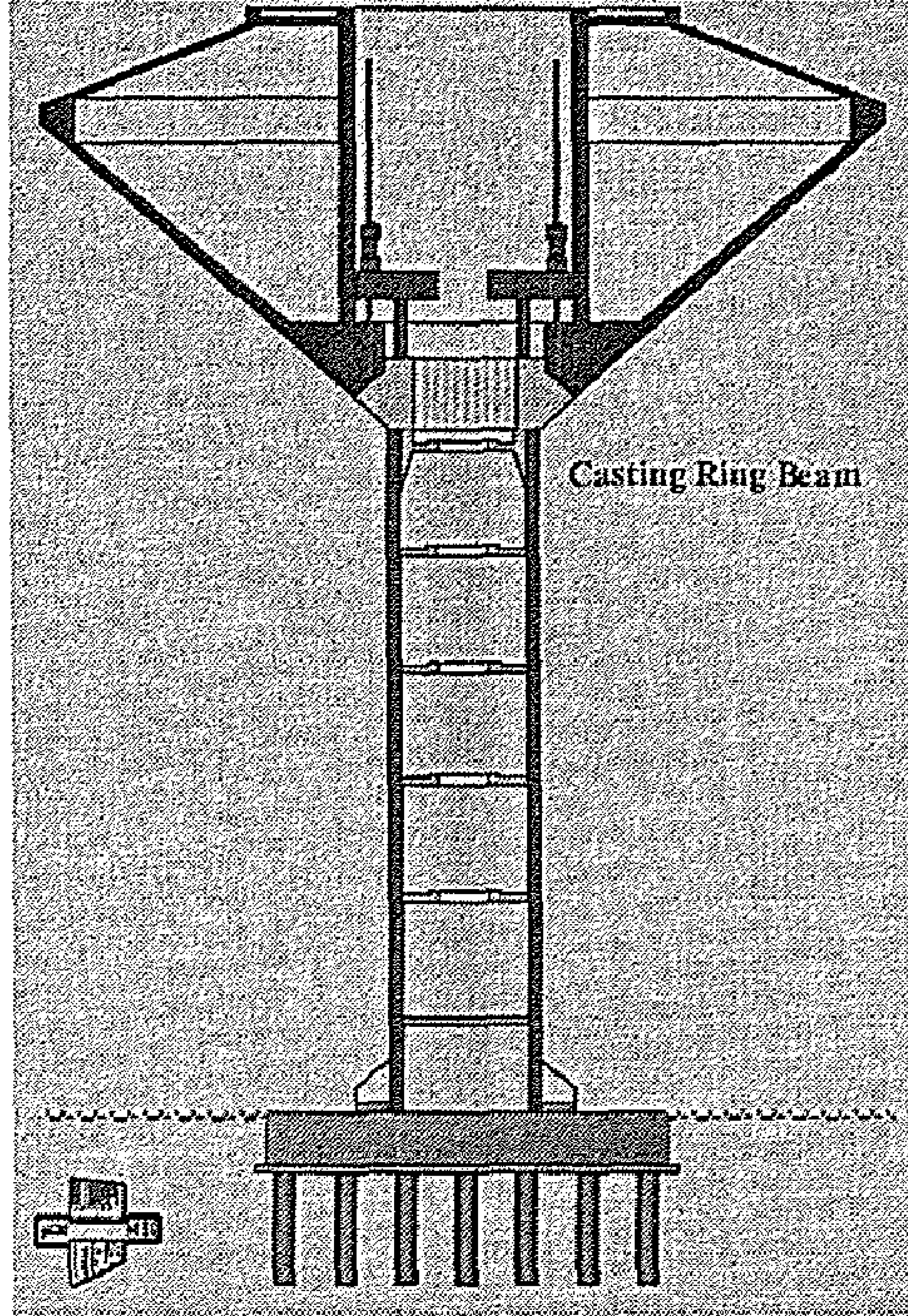
شركة ليفت سلاب مصر

الحلة تقترب من الوضع النهائي باستمرار الرفع



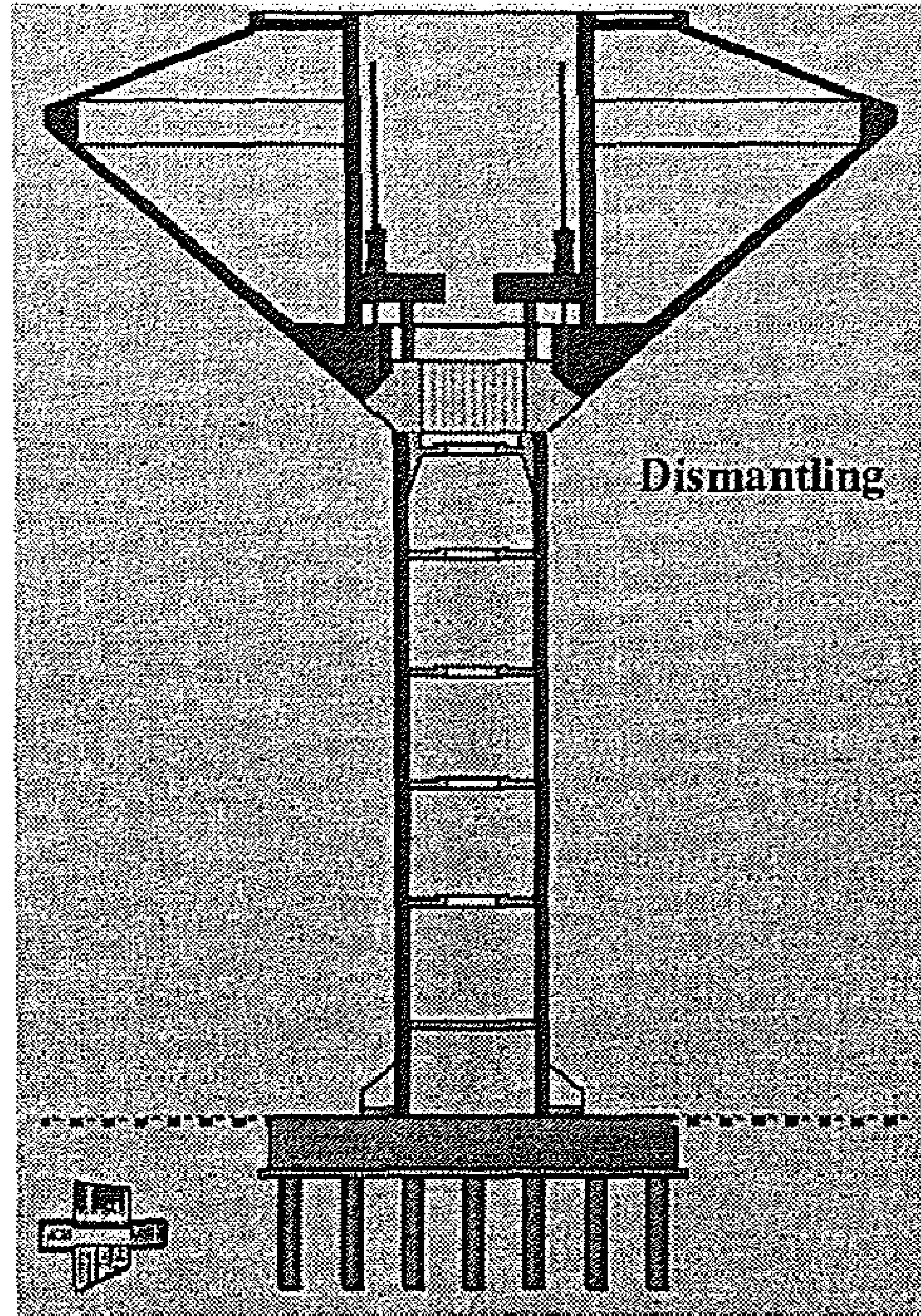
شركة ليفت سلاب مصر

الوصول الي الوضع النهائي للحلة



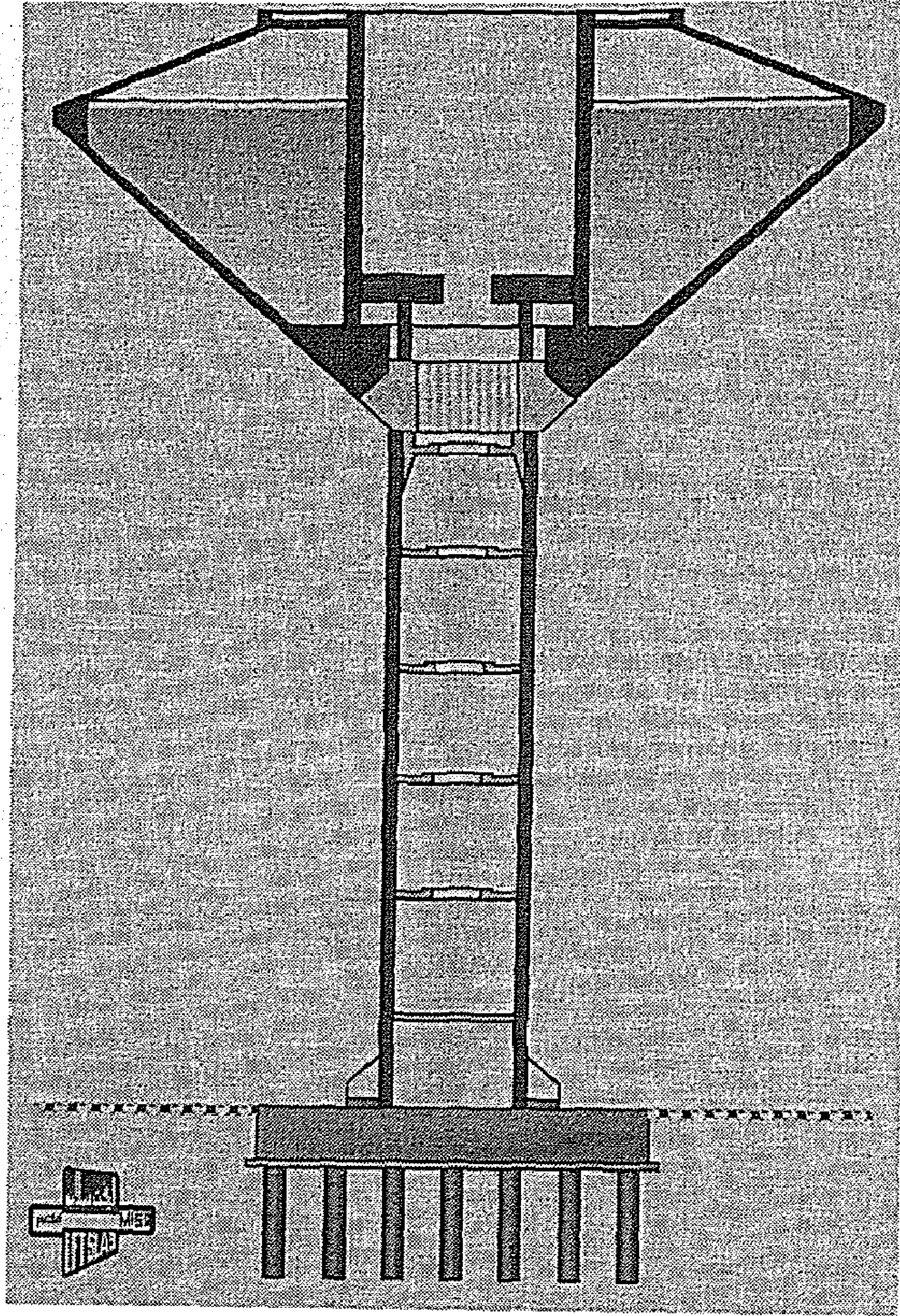
شركة ليفت سلاب مصر

صب كمرة الداير



شركة ليفت سلاب مصر

فك الكواريك الرافعة و باقي المعدات



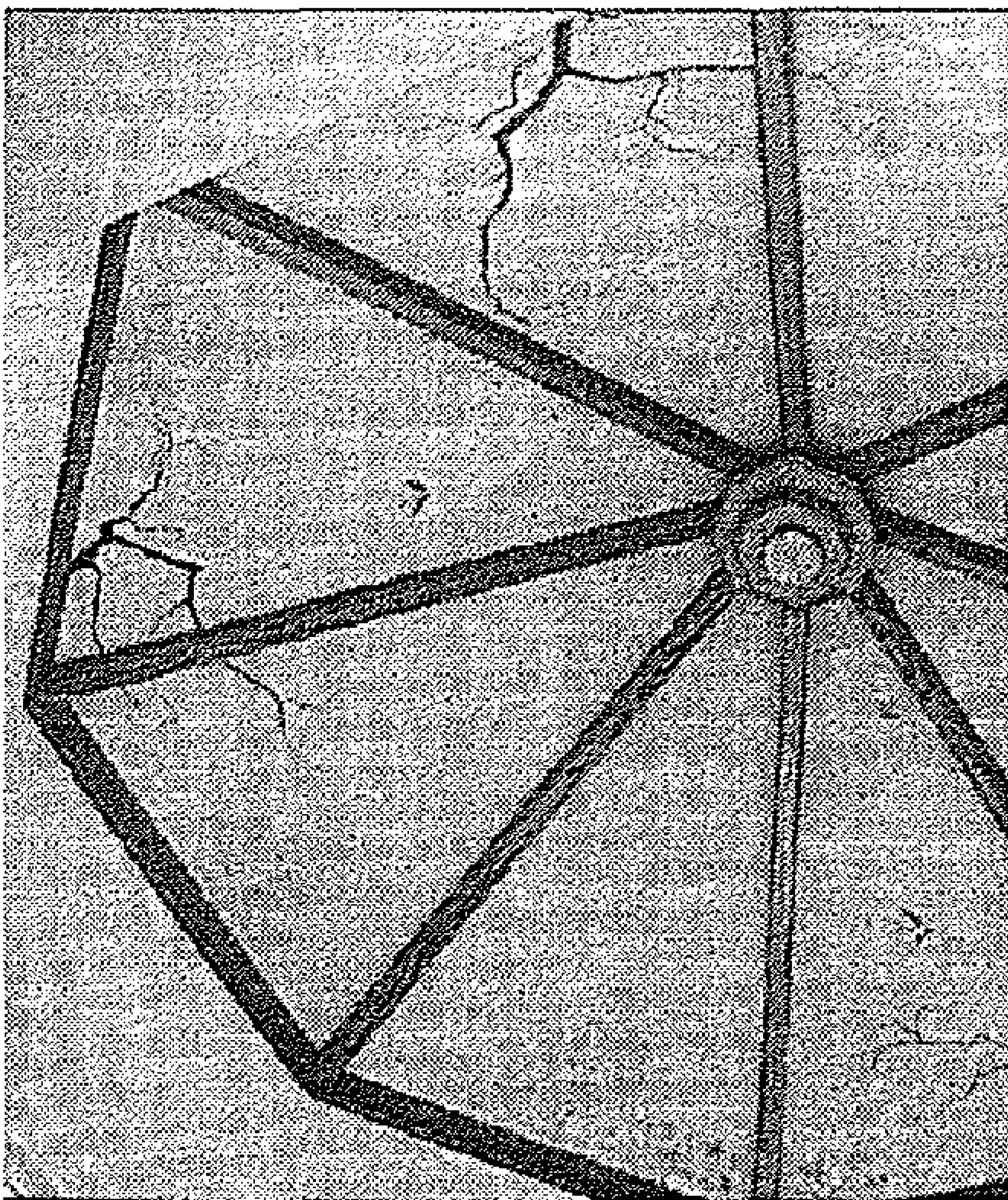
شركة ليفت سلاب مصر

الخزان في الوضع النهائي

المراجع

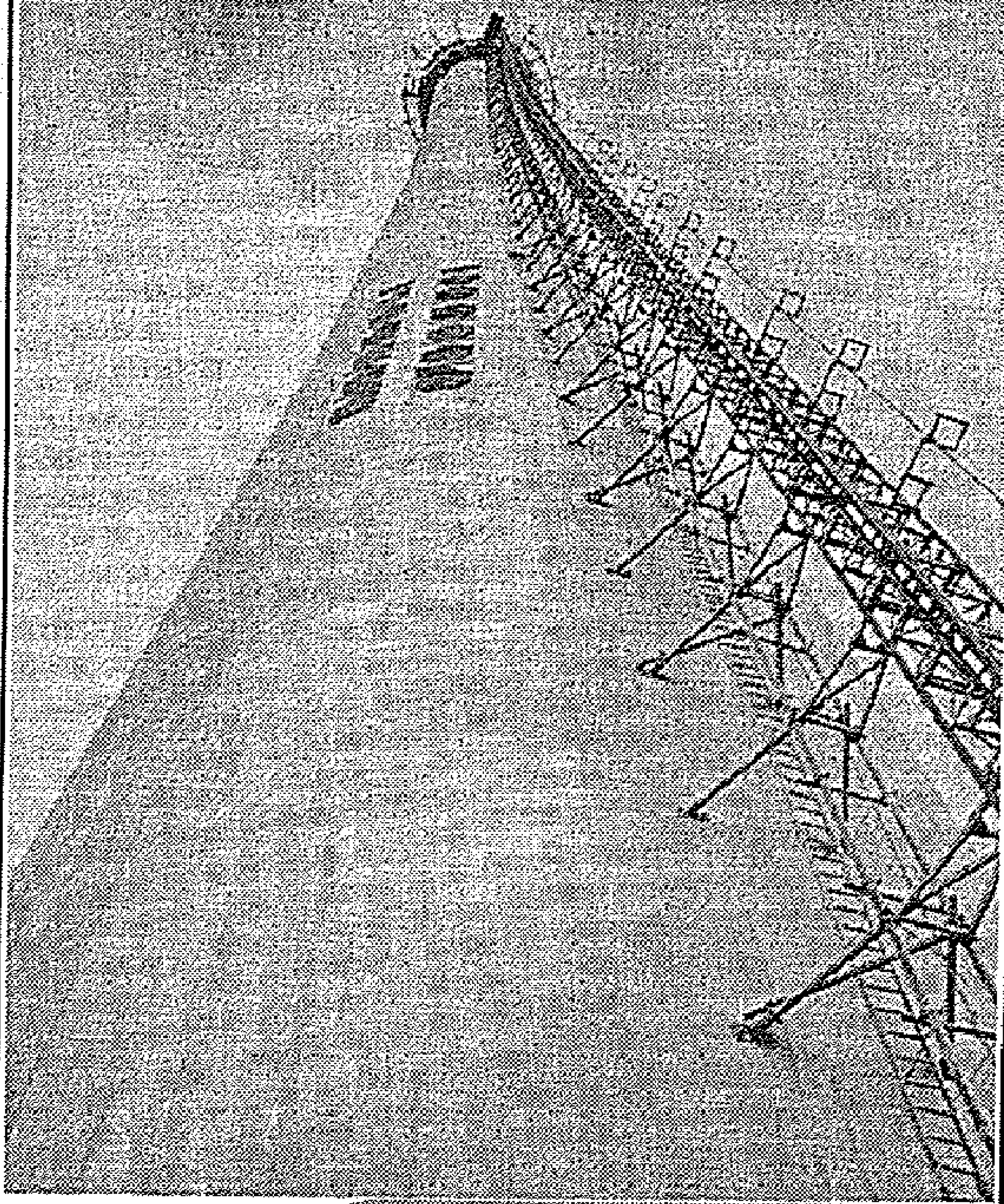
١ – معهد التدريب الفني والمهني – شركة المقاولون العرب .

٢ – شركة ليفت سلاب – المهندس حسن أبراهيم .



الإنشاءات المتميزة 5

الشدات المسلحة المنزلقة



الباب الحادى والعشرون

الشدات المسلحة المنزلقة

الشدات المسلحة المنزلقة

مقدمة :

يعتبر هذا النظام من أفضل النظم لـــتنفيذ أعمال الخرســـانات الرأســـية وذلـــك فـــي المجالات الآتية :

١ – دعامات الكباري – داخل المجاري المائية .

٢ – آبار المصاعد أو بئر السلم أو كلاهما وذلك في المباني العالية – مثل أبراج الأسكان بالمعادي وبرج الخليج بالمهندسين .

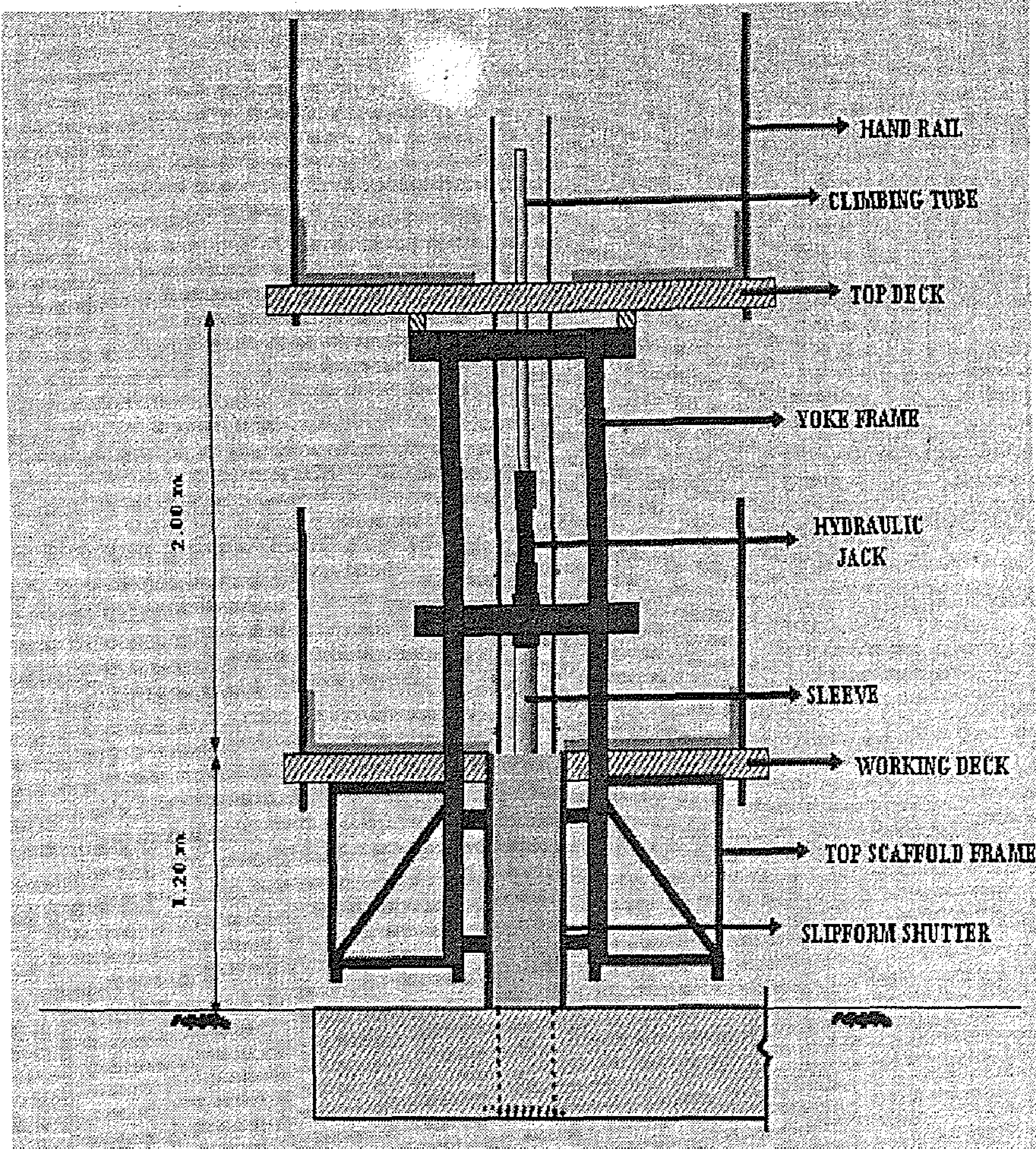
٣ – المداخن – صوامع الغلال ، حتى مع تغير القطر الداخلي أو ســـمك البـــدن الخرساني – مثل صوامع غلال شبرا ومداخن محطة كهرباء أسيوط ومصنع أسمنت العامرية .

٤ – خزانات المياه العالية – مثل خزان مياه الهرم وخزان مدينه السلام بالقاهرة .

٥ – خزانات التخمير لمشروع عقد ١/١٦ (محطة تنقية مياه الـــصرف الـــصحي بالجبل الأصفر) – القاهرة .

٦ – أبراج مراقبة الطائرات .

مكونات الشدة المنزلفة – شكل (١) .

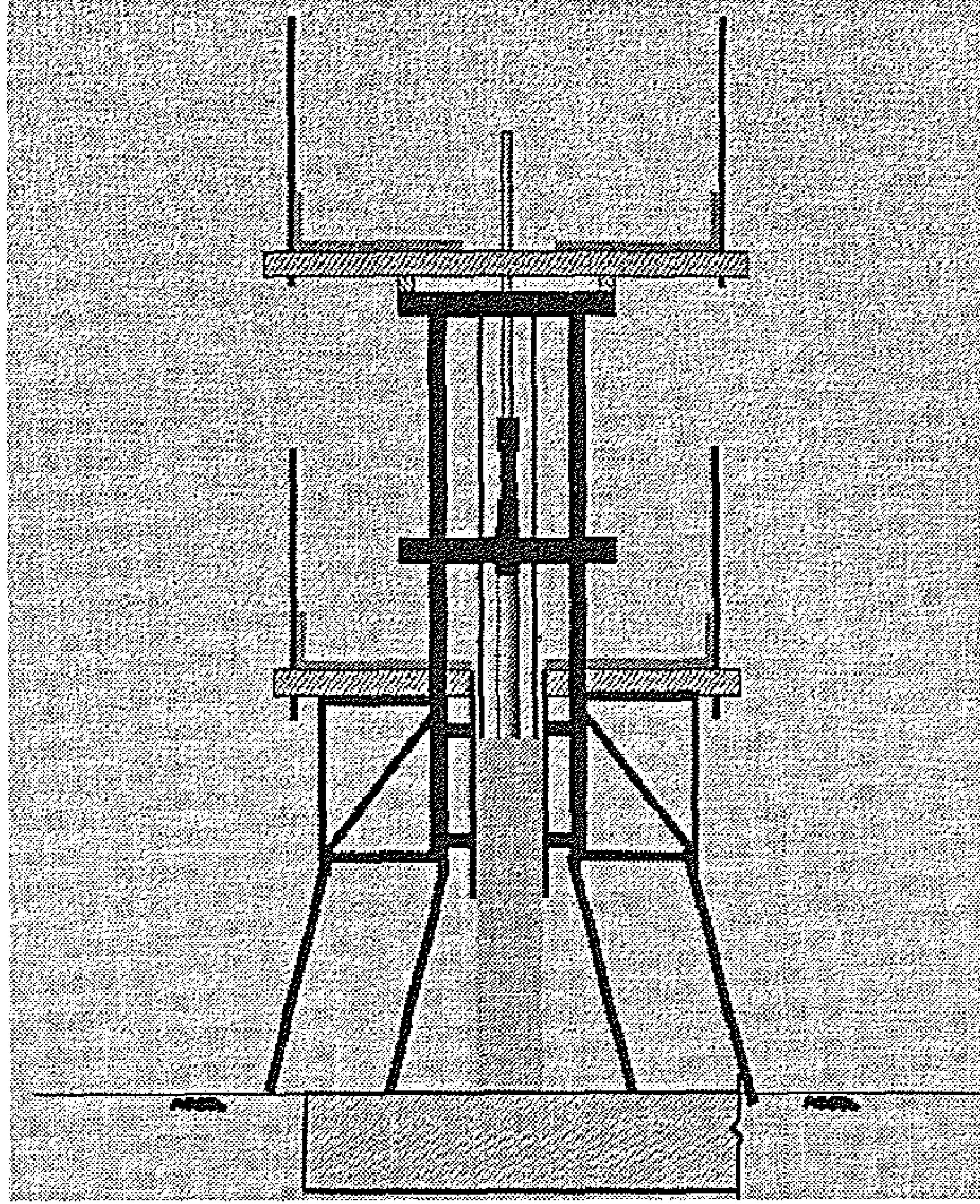


شكل (١) مكونات الشدة المنزلقة وطريقة عملها

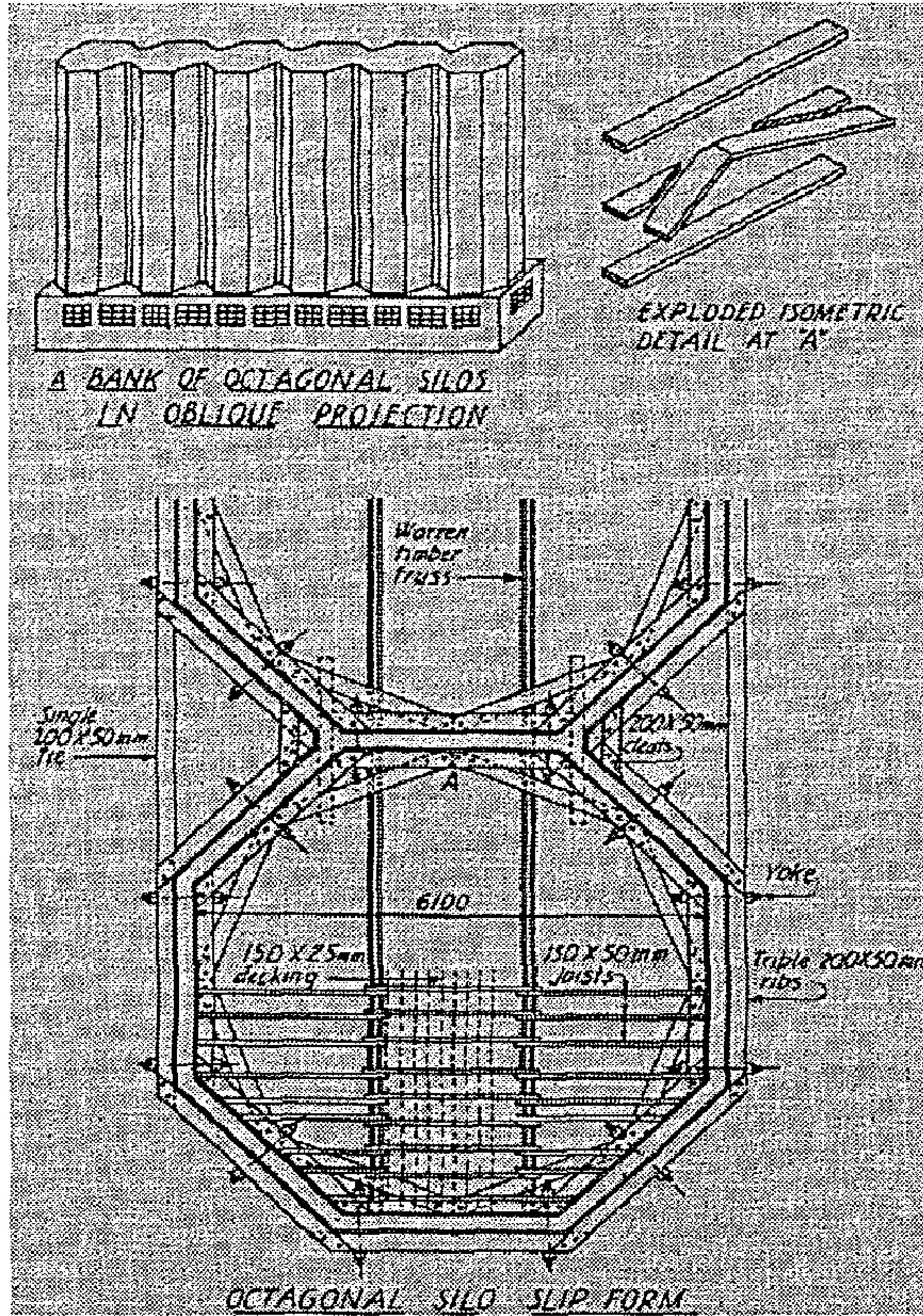
نظام الإنشاء :

تعتمد فكره هذا النظام علي استمرارية صب الخرسانة المتواصل داخل شدات متحركة إلى أعلي تأخذ شكل قطاع الخرسانة المطلوب صبها . يستمر الصب بشكل متواصل بدون توقف حتى الانتهاء بالكامل من القطاع المطلوب .ويرتبط معدل تحرك الشدة إلى أعلي بالحد الذي يمكن للخرسانة التي يتم صبها أن تتصلد و إلى الحد الذي يمكنها من أن تحافظ علي شكلها تحت ثقل وزنها ووزن الطبقات الخرسانية التالية .

تكون الشدة بارتفاع ١,٢ – ٢ متر . ويراعي لكي يكون هناك سهولة في انزلاق الشدة و أن يتم تخليق ميل في قطاعها – مفتوح إلى أسفل بميل ٨ : ١ إلى ٣٢ : ١.



مكونات الشدة المنزلقة وطريقة عملها شكل (١) تفاصيل الشدة المنزلقة



تابع شكل (١) نماذج الشدة المنزلقة – قطاع مثمن لأحد صوامع الغلال

يتكون جسم الشدة من :

١ – أربطة أو دعامات أفقية (Wales) – تكون من مراين خشبية أو كمرات حديدية يمكنها مقاومة ضغط الخرسانة أثناء الصب .

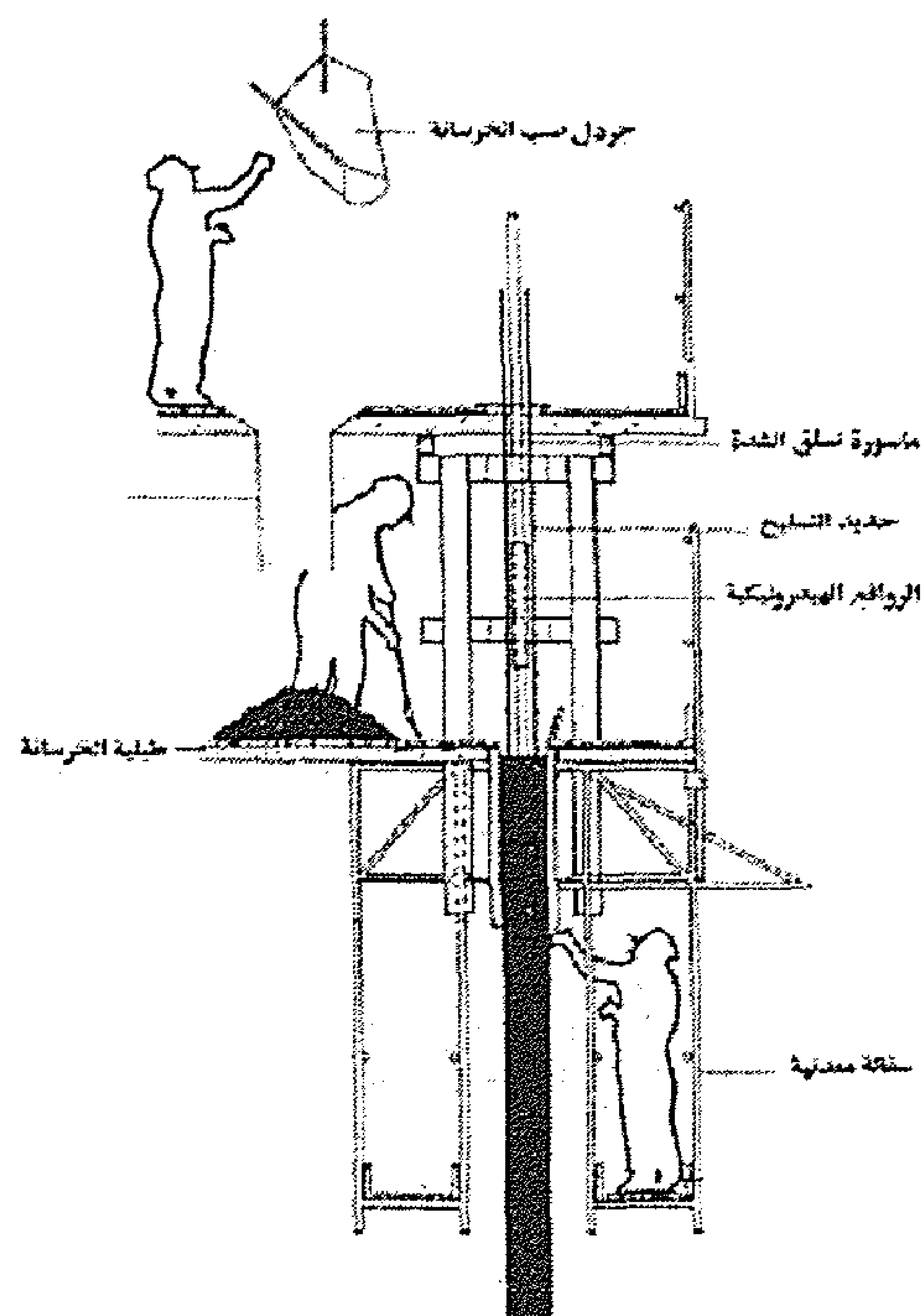
٢ – ألواح صاج ذات سمك مناسب مثبتM مع الأربطة من الداخل لتشكل جوانب الشدة وتسمي (Shutter).

٣ – يوجد جانب بارز من الشدة – أعلي من منسوب مستوي الخرسانة كمانع لسيلا ن أي مواد منها .

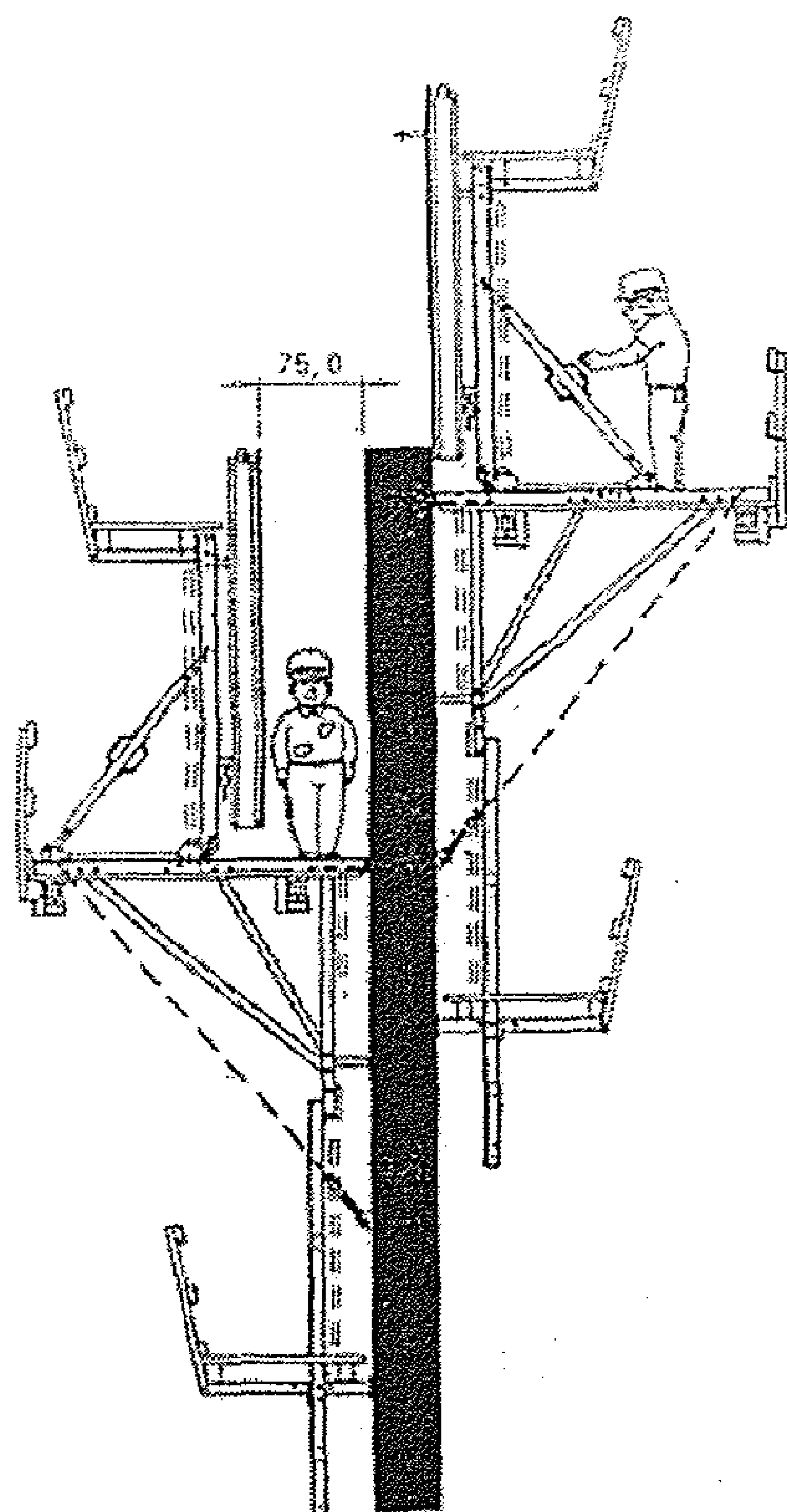
٤ – يوجد مساعدين جانبين (Yoke) مثبتين علي الدعامات الأفقية لحفظ الشدة من التفكك. والمساعدين مرتبطين بروافع الشدة التي تقوم برفع الشدة إلى أعلي.

٥ – توجد سقالة (Scaffold Frame) عليها ٢ منصة عمل – علي الأقل – أحدهما علوية (Working Platform) والأخرى أسفل السقالة السابقة .

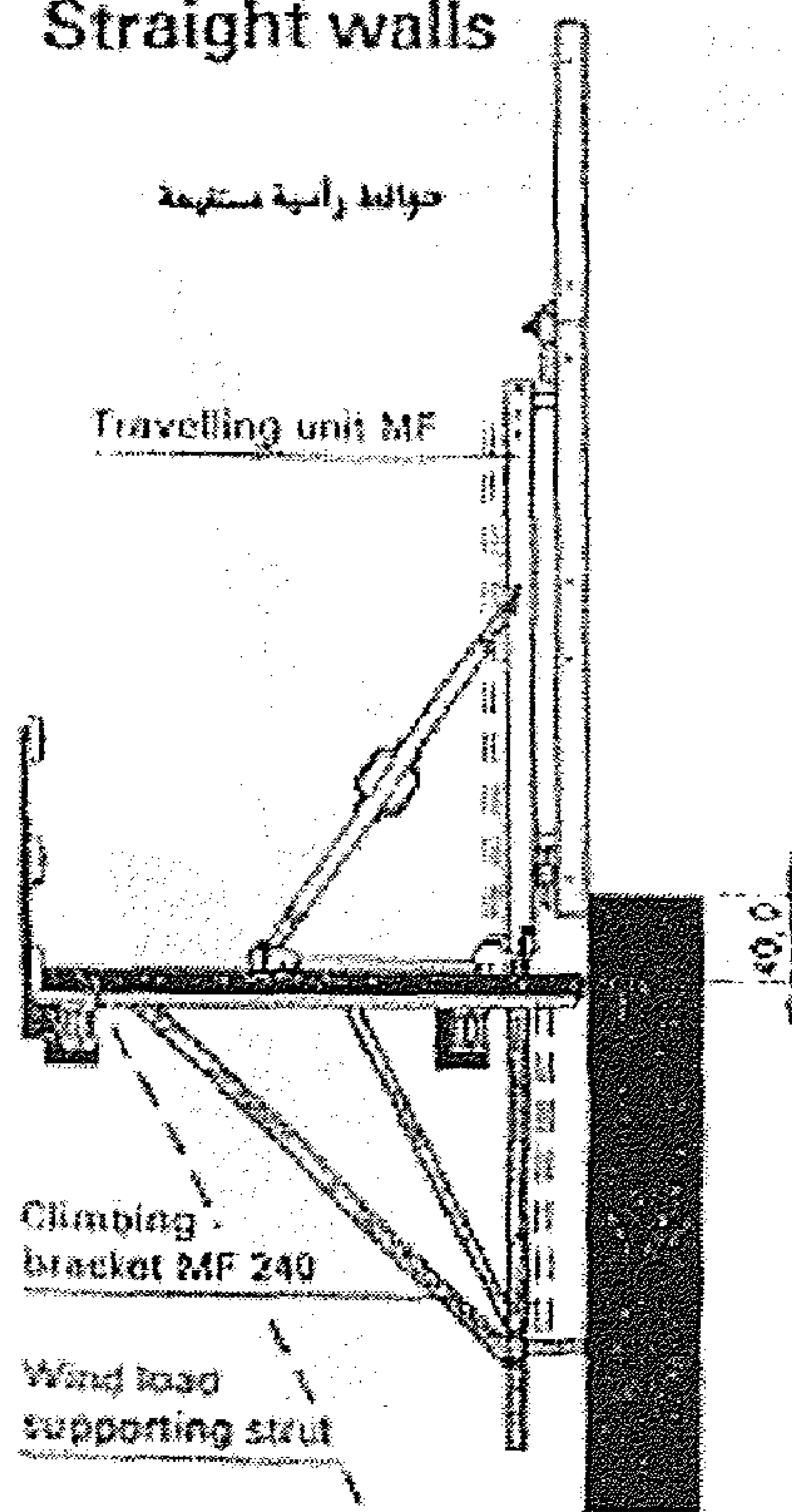
٦ – القضبان الرأسية Climbing Rods : وهي مصنوعة من قطاع حديدي مستدير قطره ٢,٥ – ٥ سم حسب حجم الشدة . يتم الرفع إلى أعلي بواسطة روافع تعمل كهربائيا أو هيدروليكيا . يتم تثبيت القضبان الرئيسية في جسم الخرسانة ، وتغلف بأنبوبة معدنية طولها ٩٠ – ١٠٠ سم متصلة بالروافع ، وتتحرك رأسيا وتمنع التصاق الخرسانة مع محور الحركة – شكل (٢) .



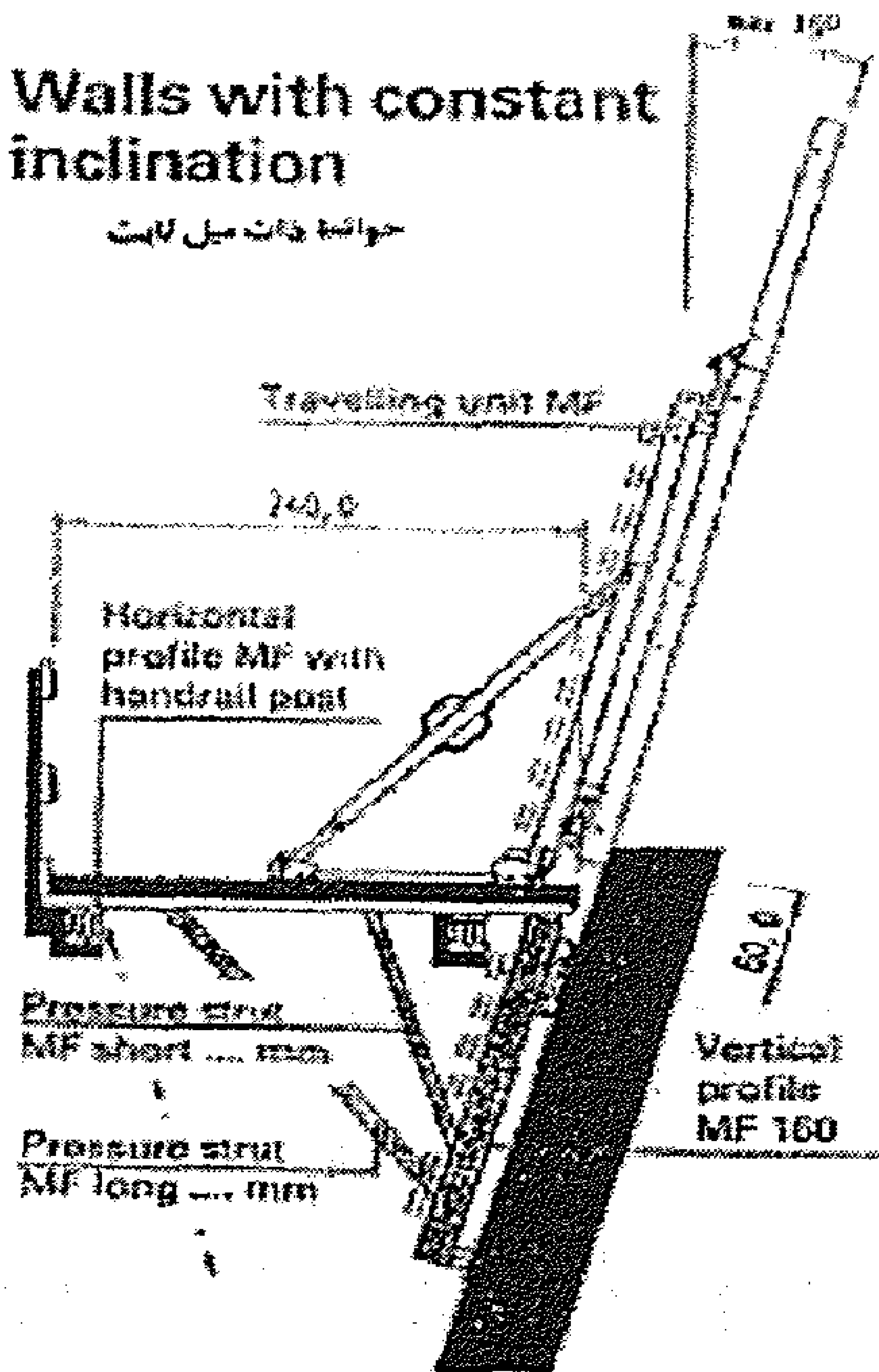
شكل (٢) تفاصيل الشدة المنزلقة وصب الخرسانات بها



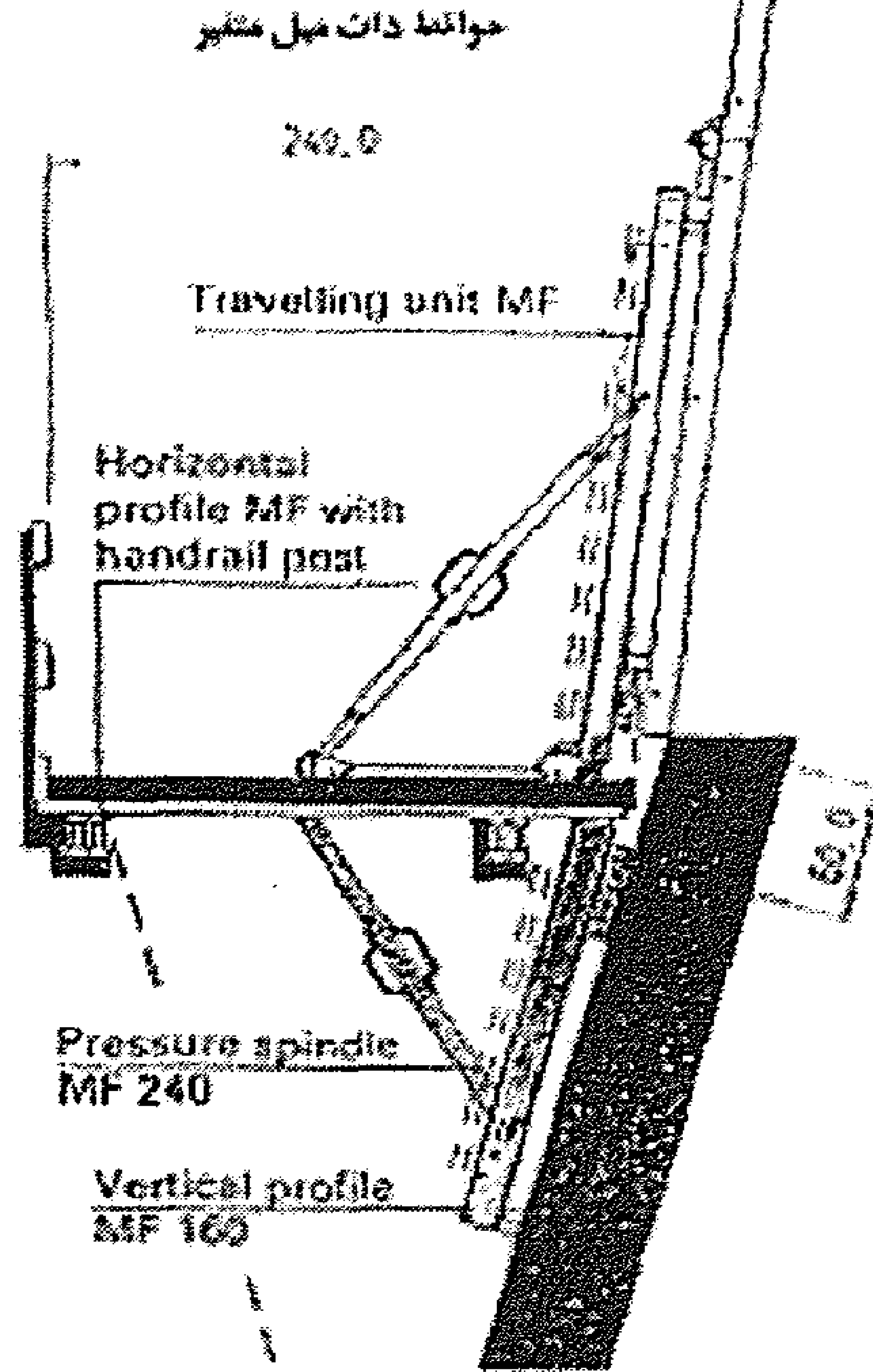
تابع شكل (٢) تفاصيل الشدة المنزلقة



حوائط رأسية مستقيمة



حوائط ذات ميل ثابت



تابع شكل (٢) تفاصيل الشدة المنزلقة في حالة تغير ميل الحائط

طريقة العمل:

١ – تركب الشدة المنزلقة في المكان المحدد وبالقطاع المطلوب .

٢ – يبدأ الصب في الجزء المحصور داخل الشدة ، ثم تبدأ عملية الرفع بمعدل ١٥ سم – ٣٠ سم / الساعة . يتوقف معدل انزلاق الشدة علي زمن شك الخرسانة والذي يرتبط بدوره علي درجة الحرارة . تضاف بعض الإضافات إلى الخرسانة للمساعدة علي سرعة الشك .

ملاحظات هامة :

١ – يراعي الدقة في معدل رفع الشدة . فإذا رفعت الشدة بمعدل أسرع من اللازم، سقطت الخرسانة عندما تتركها الشدة ، حيث تكون غير كاملة التصلد . أما إذا قل معدل رفع الشدة ، أدي ذلك إلى أن تنفصل الخرسانة المصبوبة حديثا عن الجزء الأسفل القديم .

٢ – في بعض الحالات ، وعند انخفاض درجة الحرارة ، يستخدم نظام تدفئة أما بواسطة الأنابيب أو وحدات نظام منفصلة للتدفئة . وفي كل الأحوال ، يجب مراعاة توازن درجة الحرارة علي كافه الأسطح الداخلية حتى لا يؤدي ذلك لتشققات داخل الخرسانة .

طريقه العمل :

١ – تركب الشدة المنزلقة في المكان المحدد وبالقطاع المطلوب .

٢ – يبدأ الصب في الجزء المحصور داخل الشدة ، ثم تبدأ عملية الرفع بمعدل ١٥ سم – ٣٠ سم / الساعة . يتوقف معدل انزلاق الشدة علي زمن شك الخرسانة والذي يرتبط بدوره علي درجه الحرارة . تضاف بعض الإضافات إلى الخرسانة للمساعدة علي سرعة الشك .

معدلات الأداء للشدات المنزلقة :

تخضع معدلات أداء الشدات المنزلقة إلى عدة عوامل أهمها :

١ – تأمين وصول الخرسانة اللازمة للصب طوال ٢٤ ساعة ، حيث يكون الصب متواصلا مده ٢٤ ساعة دون توقف . وكمثال علي ذلك ، فأن المكعب المطلوب لكل ١متر من ارتفاع حامل خزان مياه عالي بقطر ٣ – ٦ متر غير المكعب المطلوب لصومعة قطرها ٢٠ – ٣٠ متر .

٢ – كثافة الحديد المطلوب تركيبه طوال فتره انزلاق الشدة ، والوقت اللازم لتركيبه .

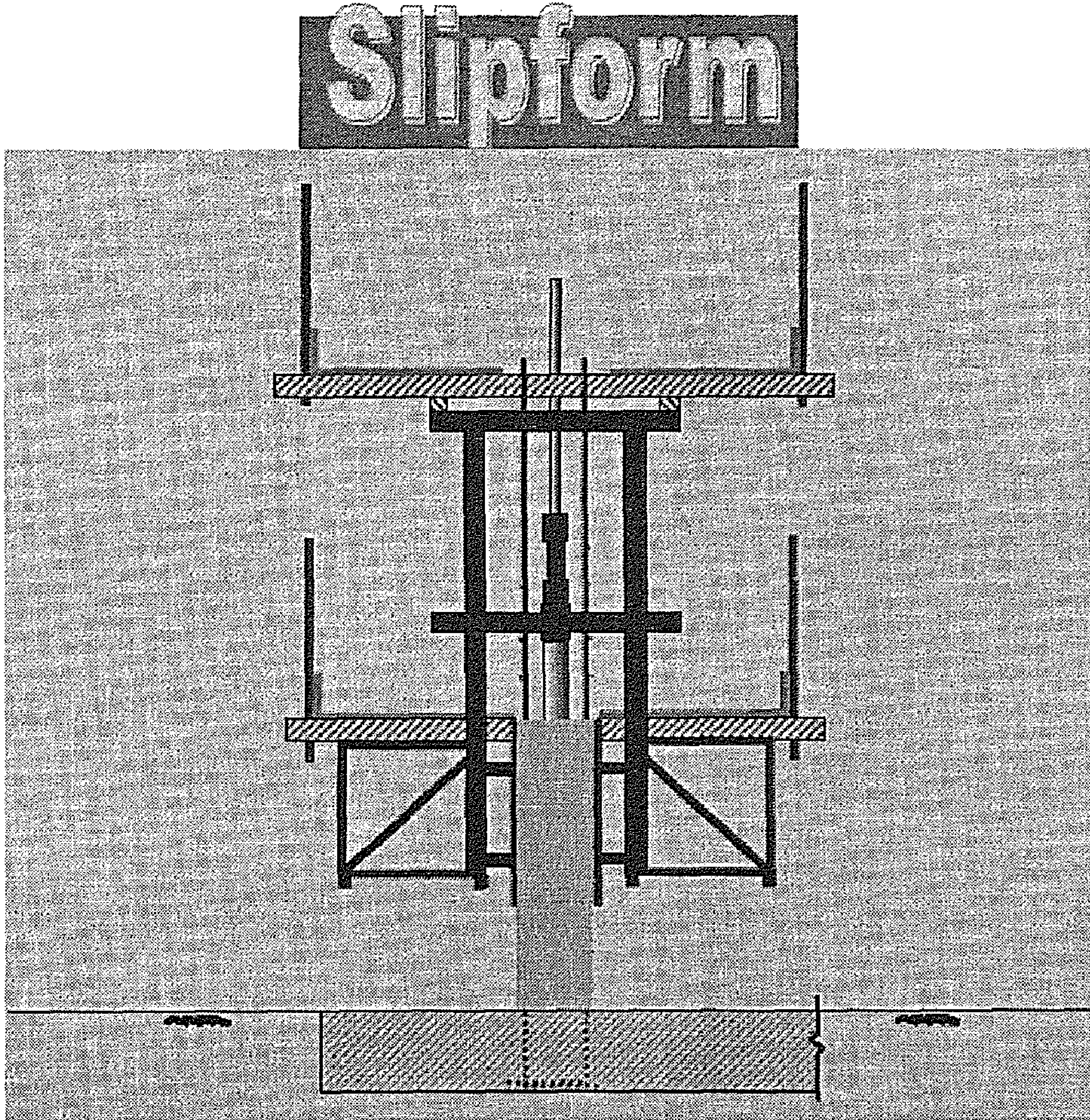
٣ – وجود فتحات وحلوق وأجزاء معدنية مدفونة بجسم المنشأ ، وهذا يؤدي إلى إبطاء معدل الرفع لإعطاء الفرصة لتركيب هذه الأجزاء أثناء الصب .

٤ – وجود كابلات سابقة الإجهاد كما هو موجود في صوامع الأسمنت والوقت الذي يستغرقه تركيب جراب هذه الكابلات

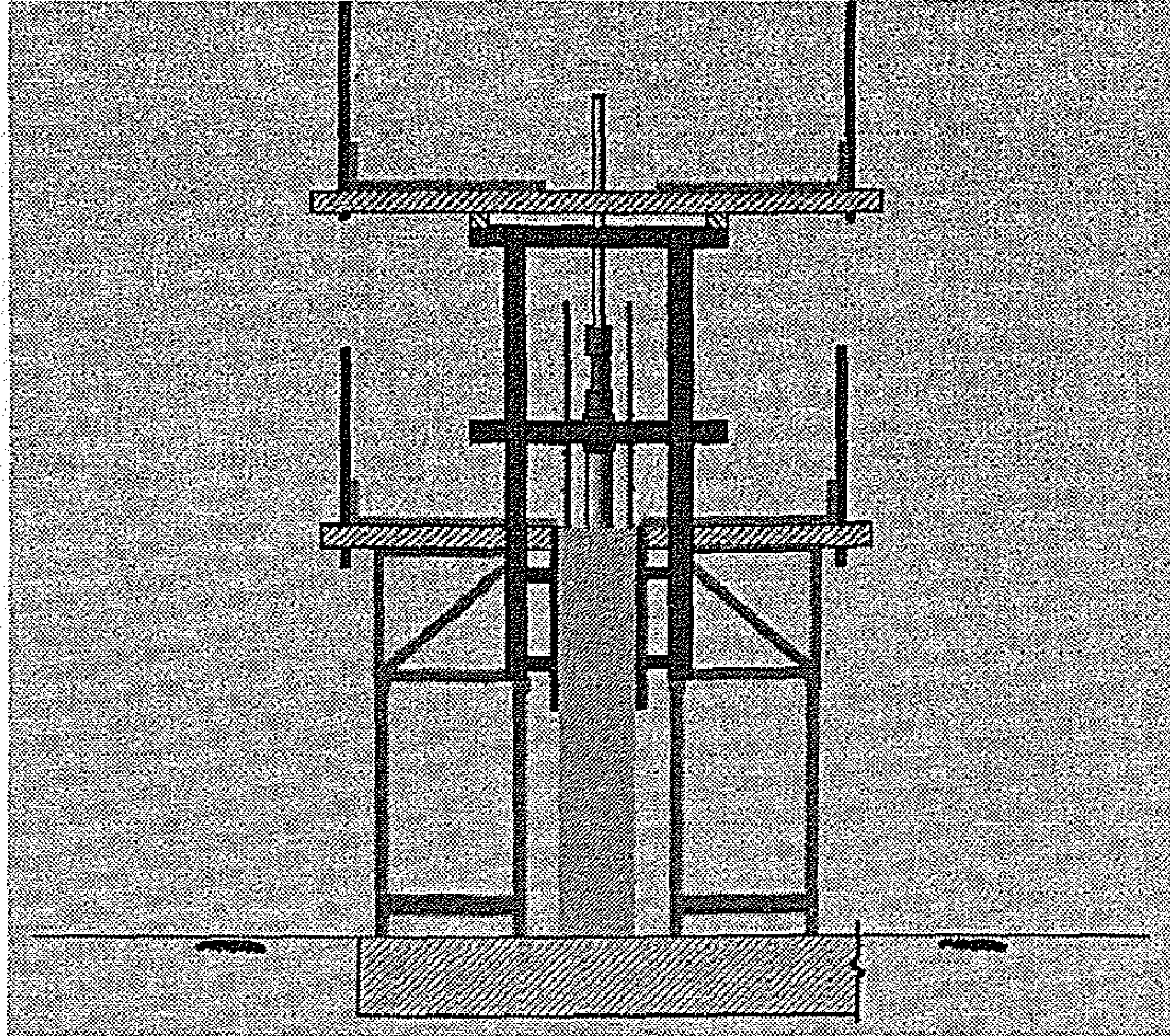
ومن واقع الممارسة العملية لمختلف المشاريع ، فأنه يمكن أن تكون المعدلات كمايلي :

- بالنسبة إلى الأقطار الصغيرة (٣-٧متــر) ، يكــون معــدل الرفــع اليــومي (٢٤ ساعة) = ٥-٧ م.ط من ارتفاع المبني
- بالنسبة إلى الأقطار المتوسطة (٨-١٤متر) ، يكــون معــدل الرفــع اليــومي (٢٤ ساعة) = ٤ - ٦ م.ط من ارتفاع المبني
- بالنسبة إلى الأقطار الكبيرة (١٥-٣٠ متــر) ، يكــن معــدل الرفــع اليــومي (٢٤ساعة) = ٣- ٤ م .ط من ارتفاع المبني .

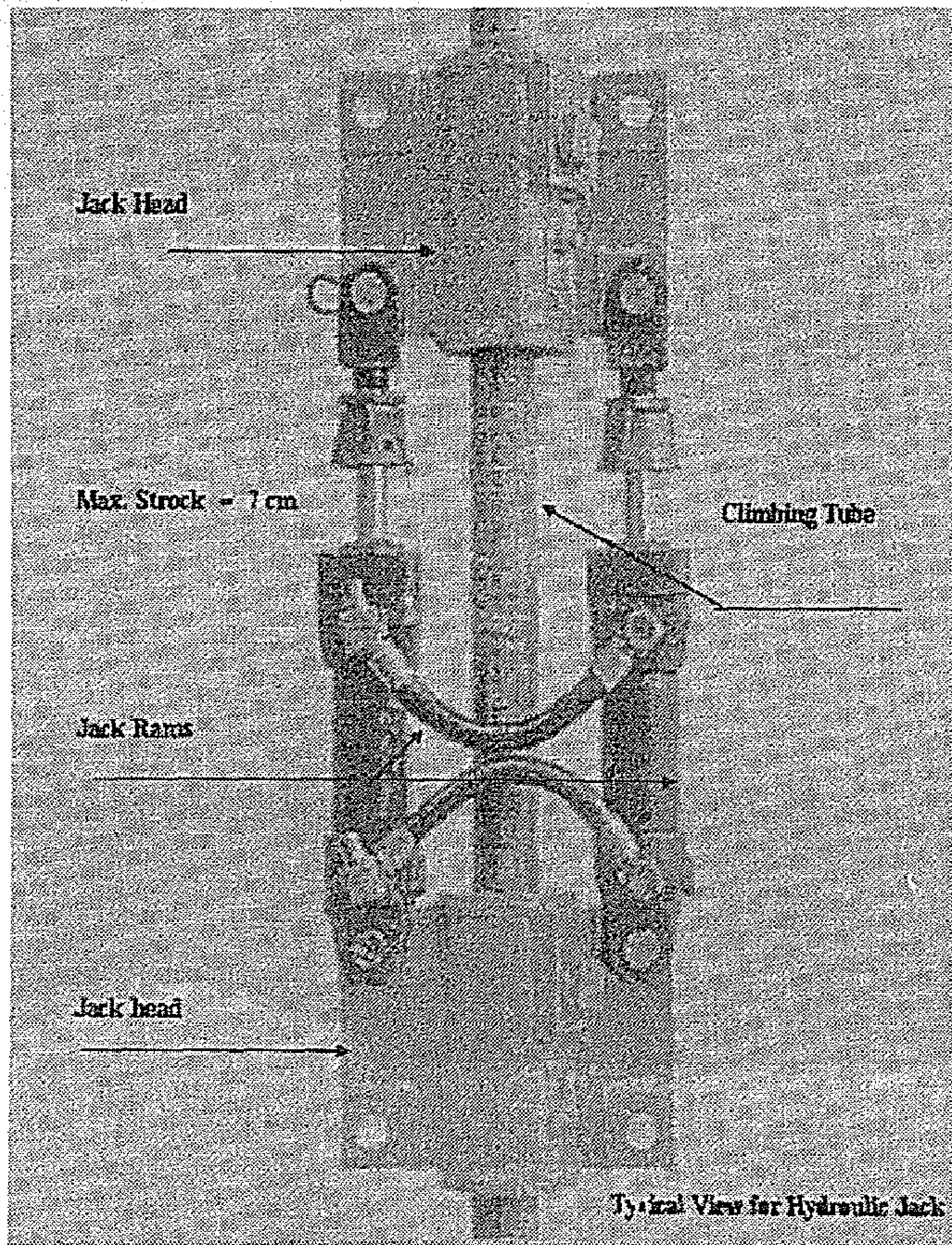
نماذج للمشروعات التي يستخدم بها الشدة المسلح المنزلقة



تركيب الشدة – تركيب الروافع الهيدروليكية – عمل سقايل معدنية – بدء صب الخرسانة المسلحة

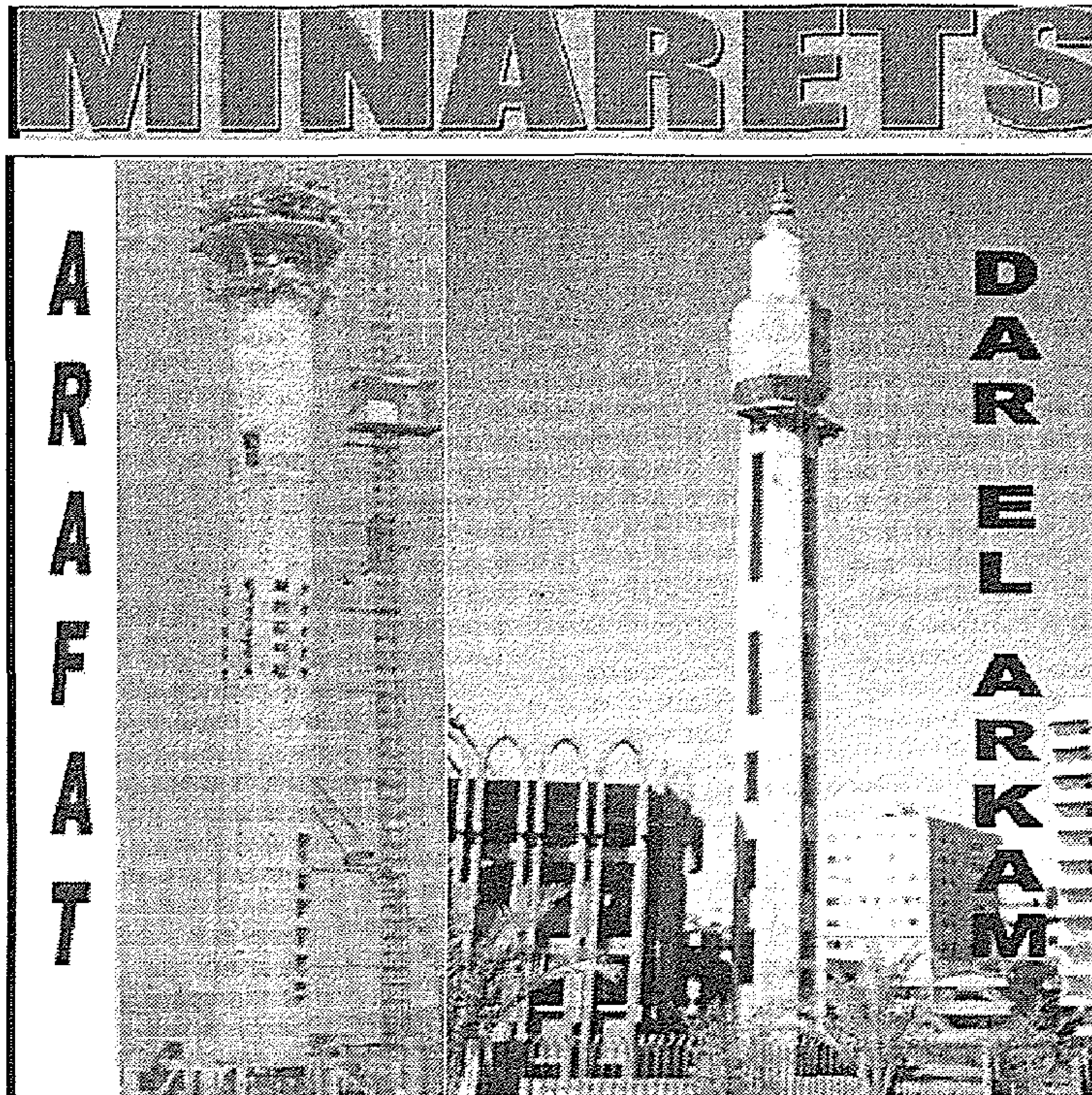


أستمرار الصب مع أنزلاق الشدة الي أعلي



شكل الرافعة الهيدروليكية

المآذن

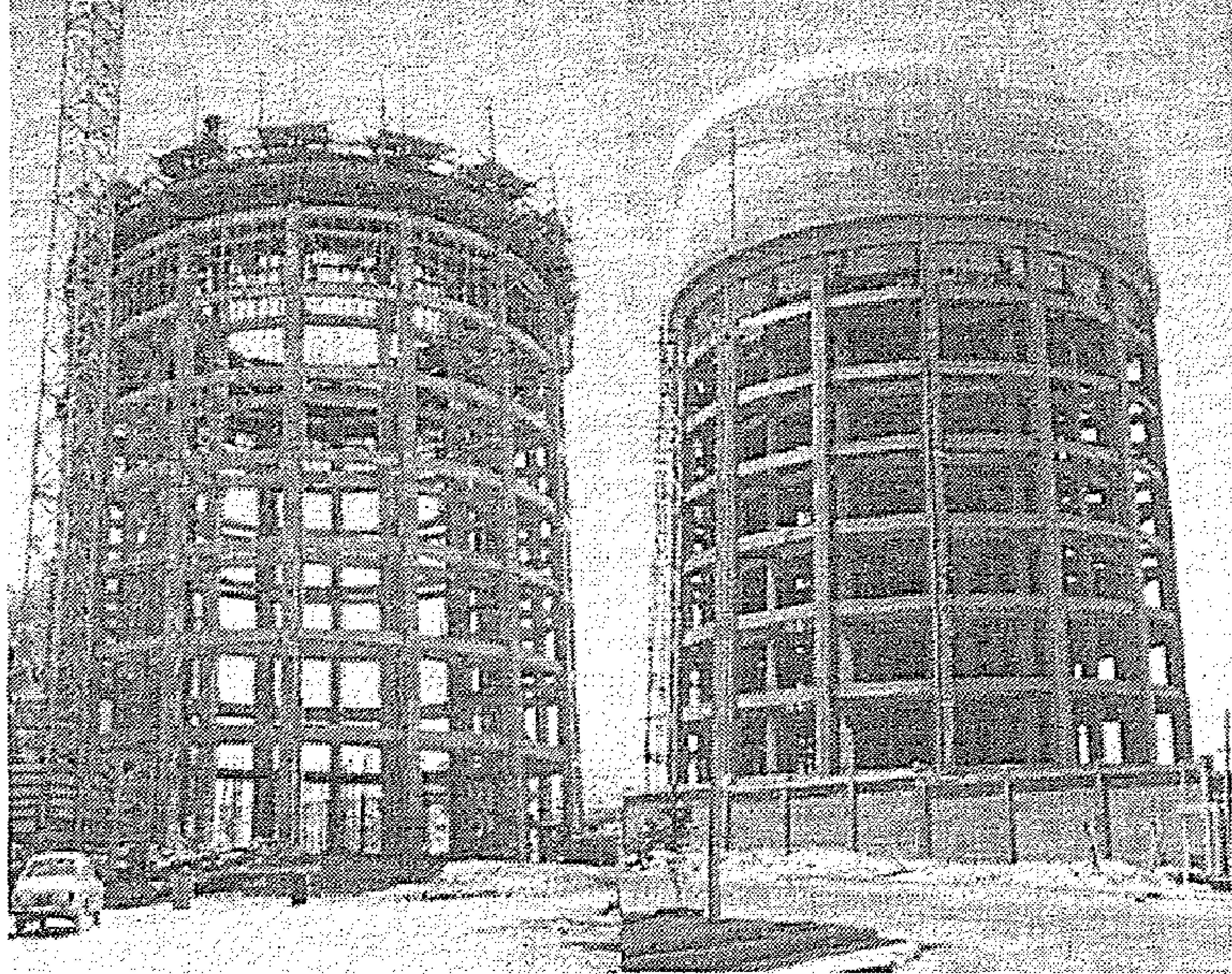

MINARETS
ARAFAT
DAR EL ARKAM

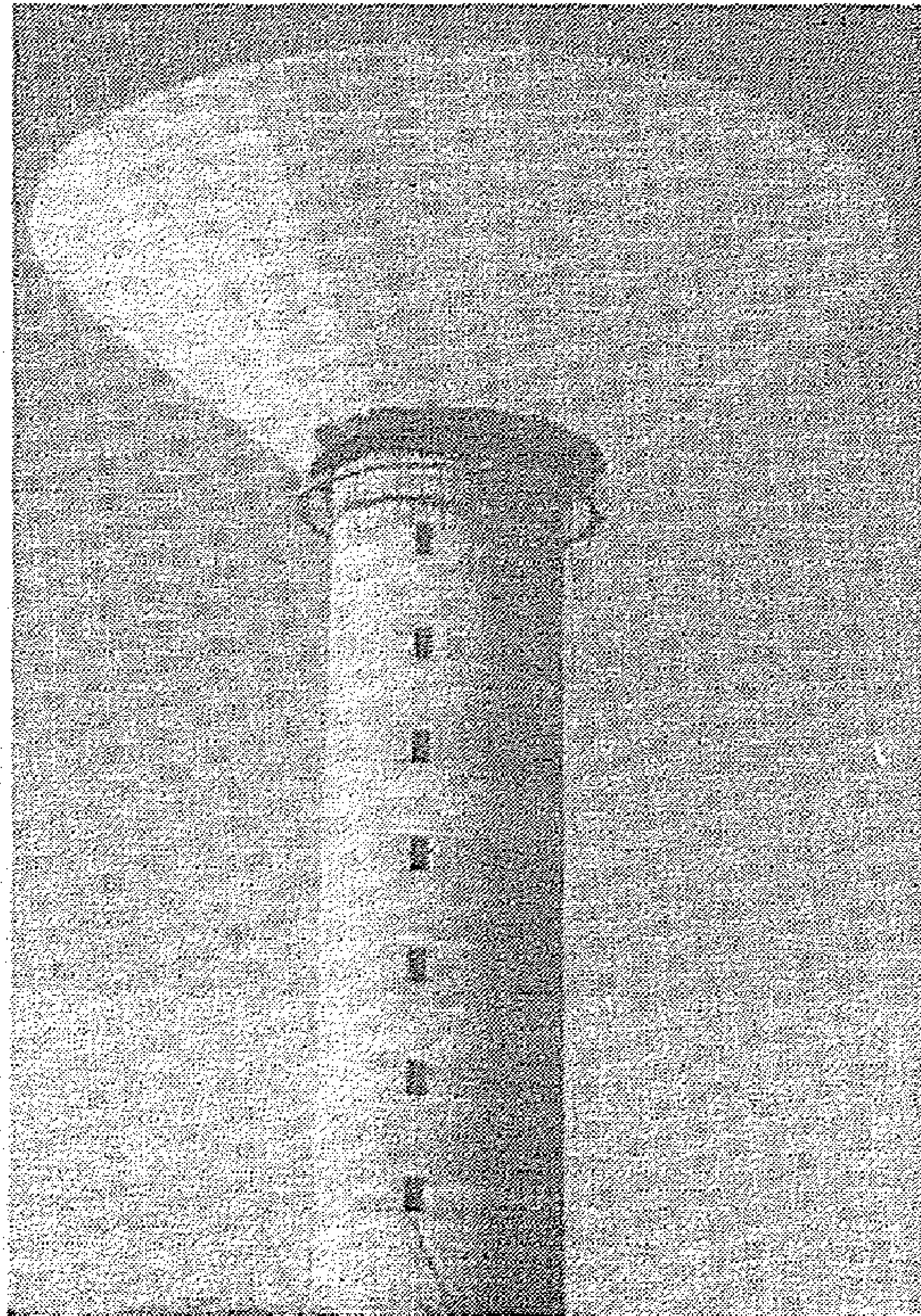

MINARET
SHAFT
ABO BAKR EL SEDIEK

الخزانات العالية

NASR CITY ZHRAA

5000 M3 WATER TANK





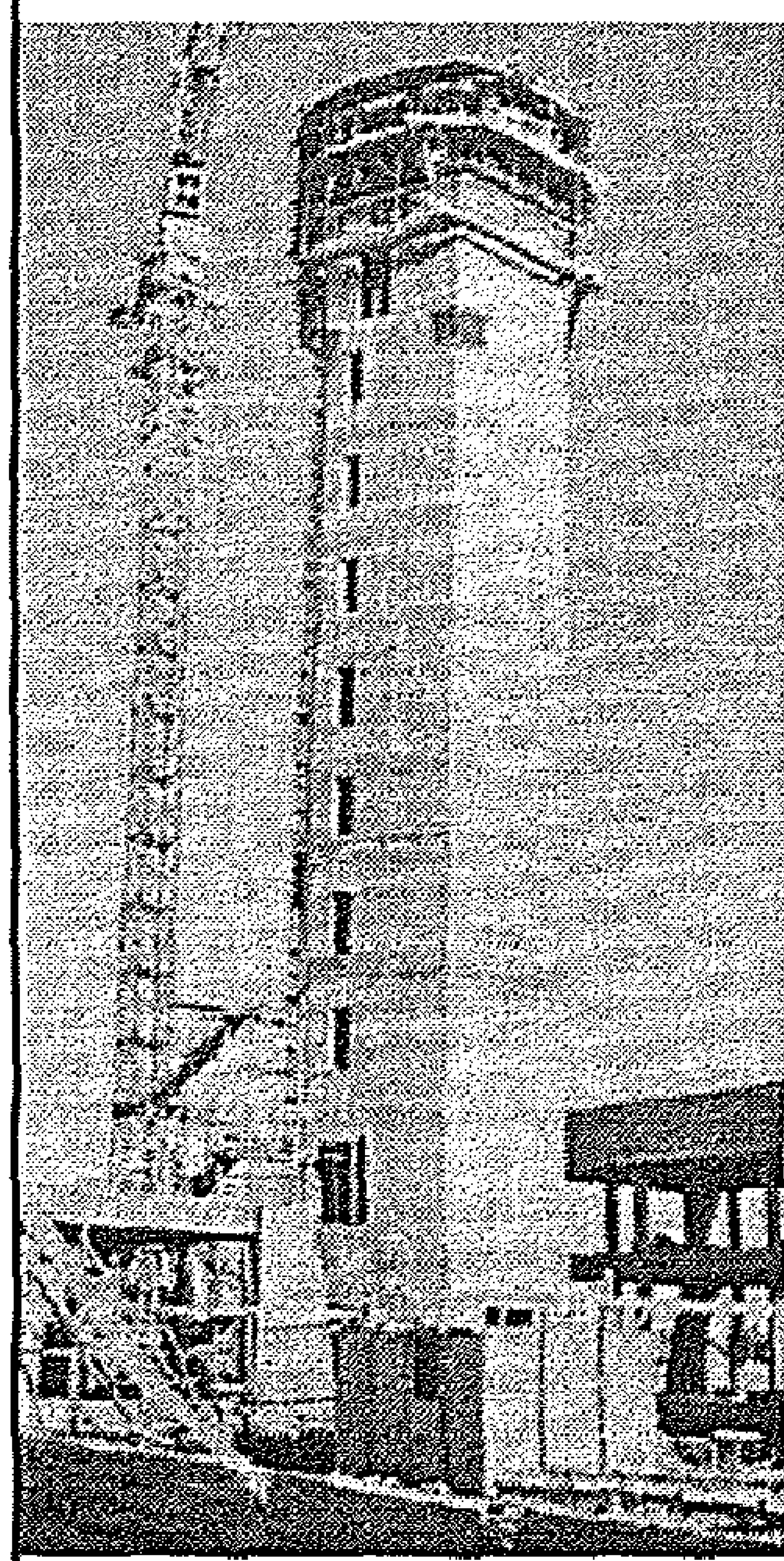
S O M A G U L F

أبراج مراقبة الطيران

CONTROL TOWER



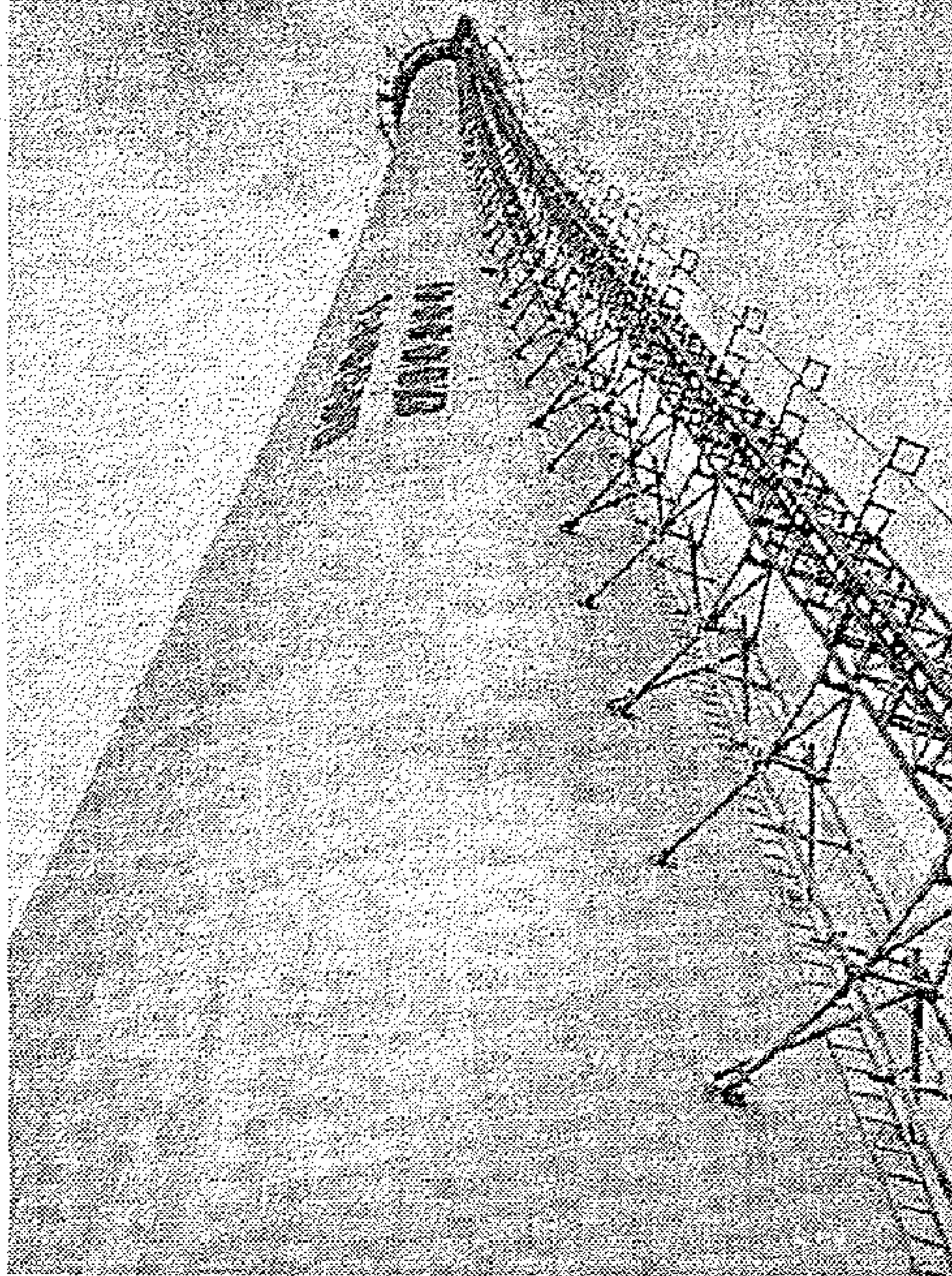
ASWAN AIRPORT



CONTROL TOWER

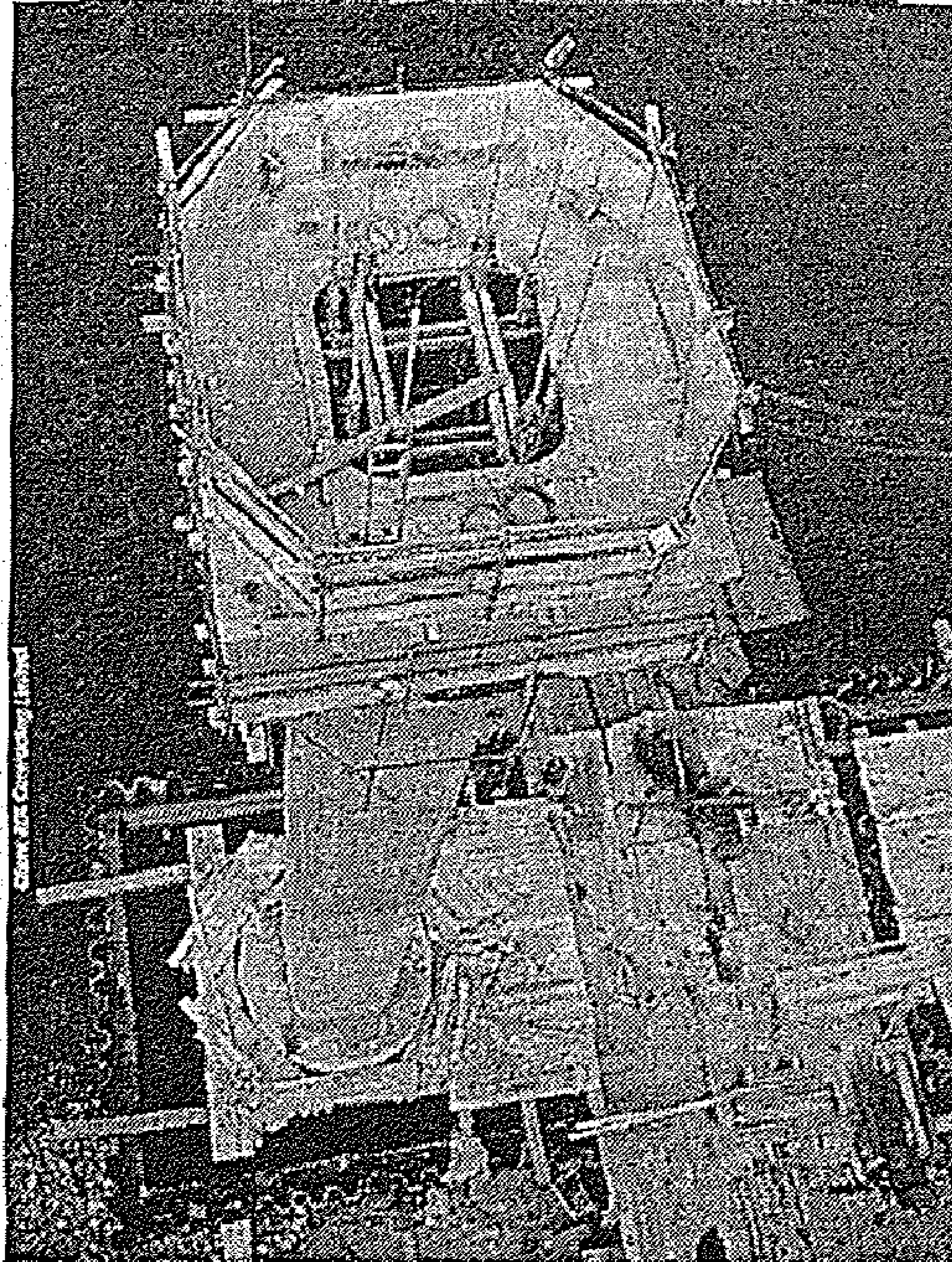
مـــداخن المصـــانع

Chimney



أرتكازات الكباري (البغلات)

Bridge piers



صوامع مصانع الأسمنت

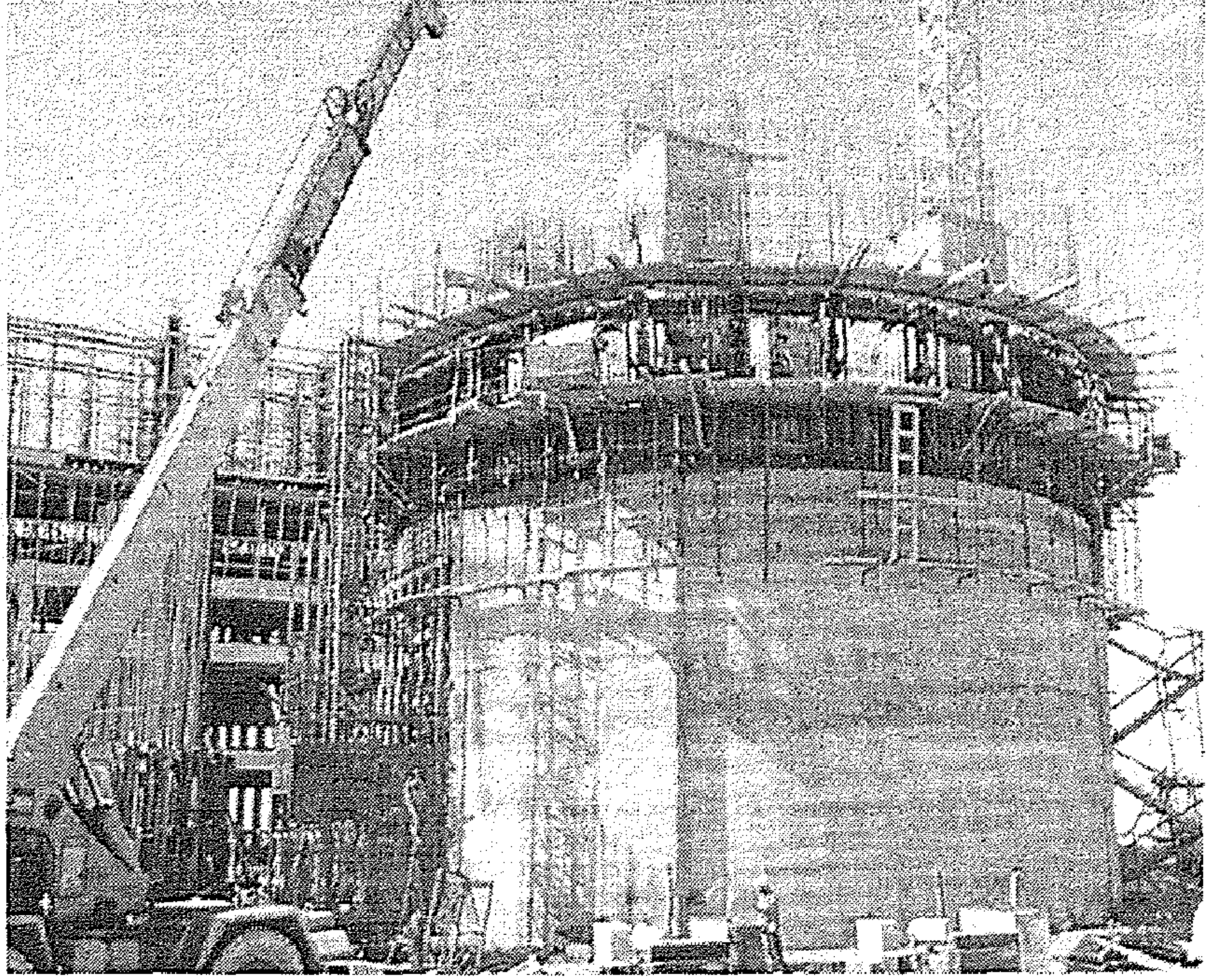


مصانع القومية للأسمنت

نماذج من مشروعات منفذة بطريقة الشدات المنزلقة :



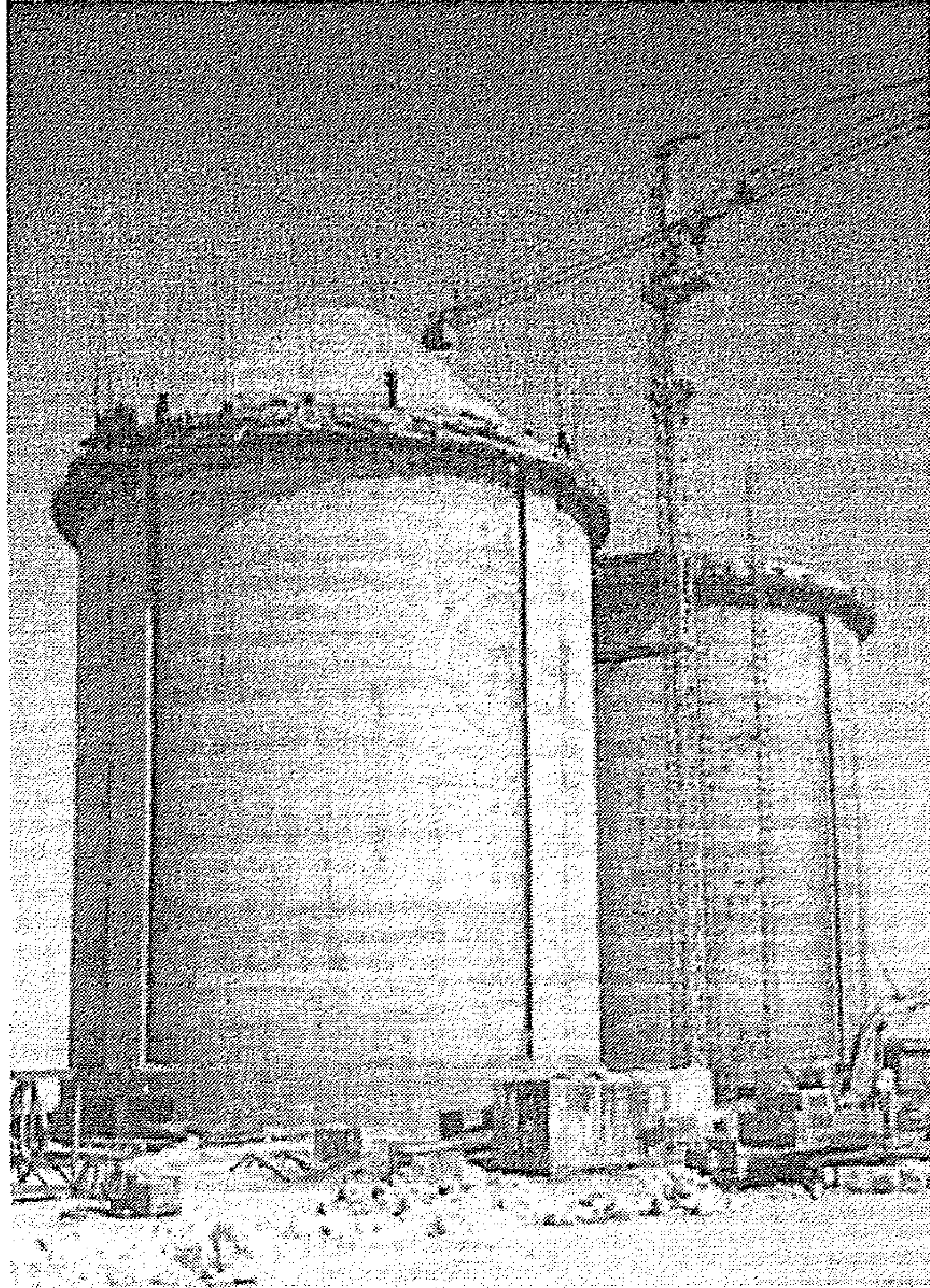
أبراج دائرية



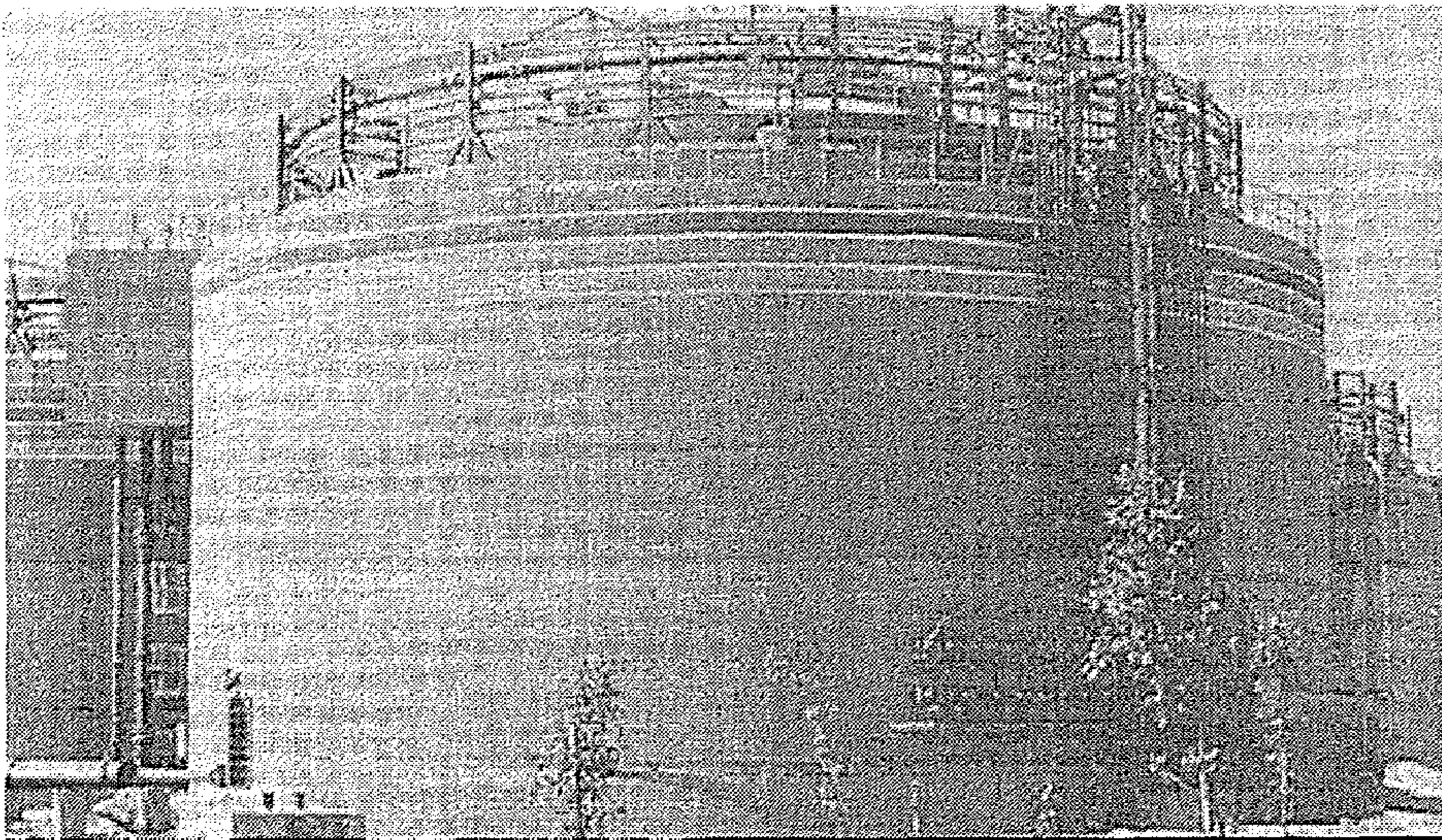
أنشاء صوامع الأسمنت بمدينة العريش

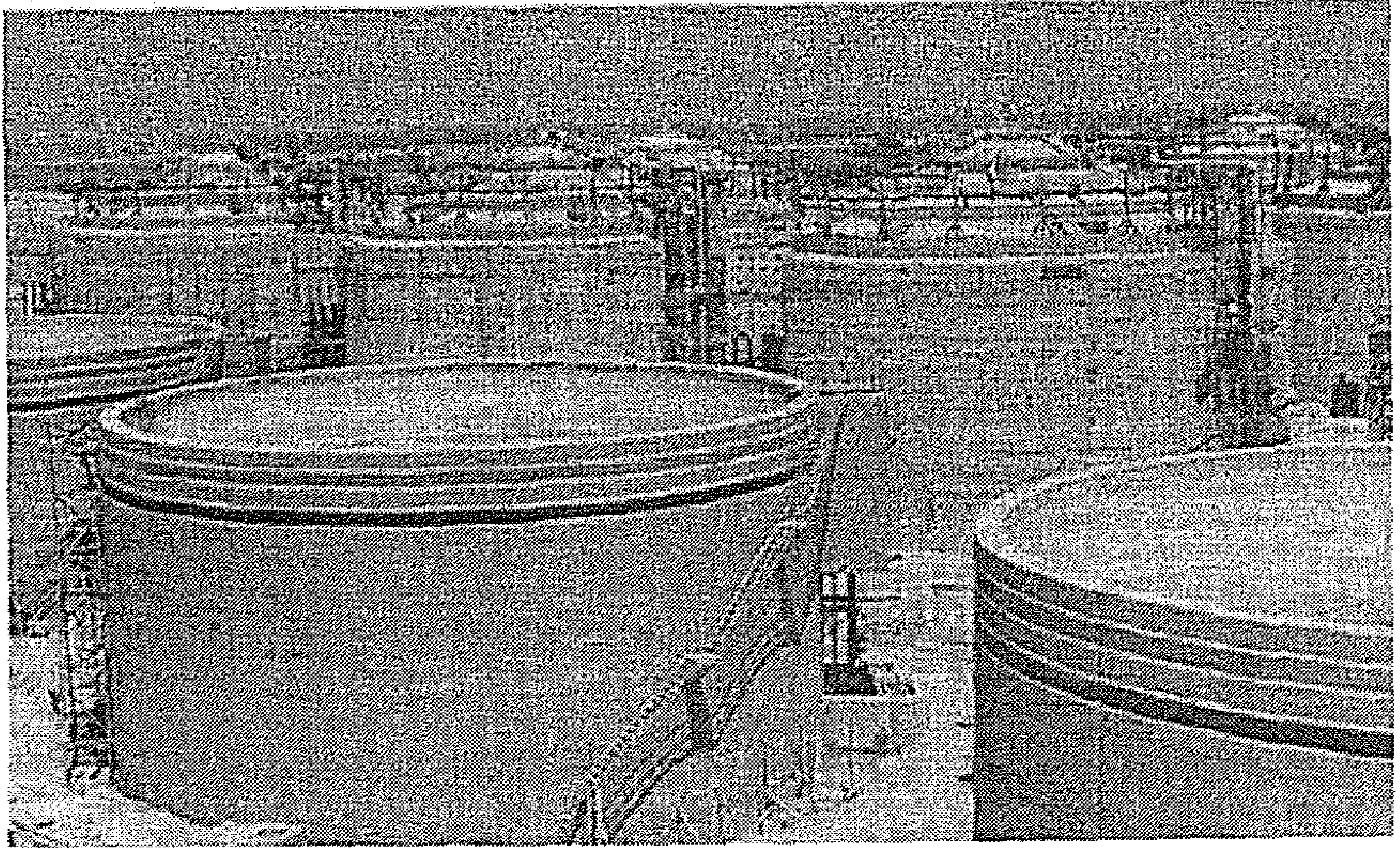


برج التحكم – مطار الأقصر

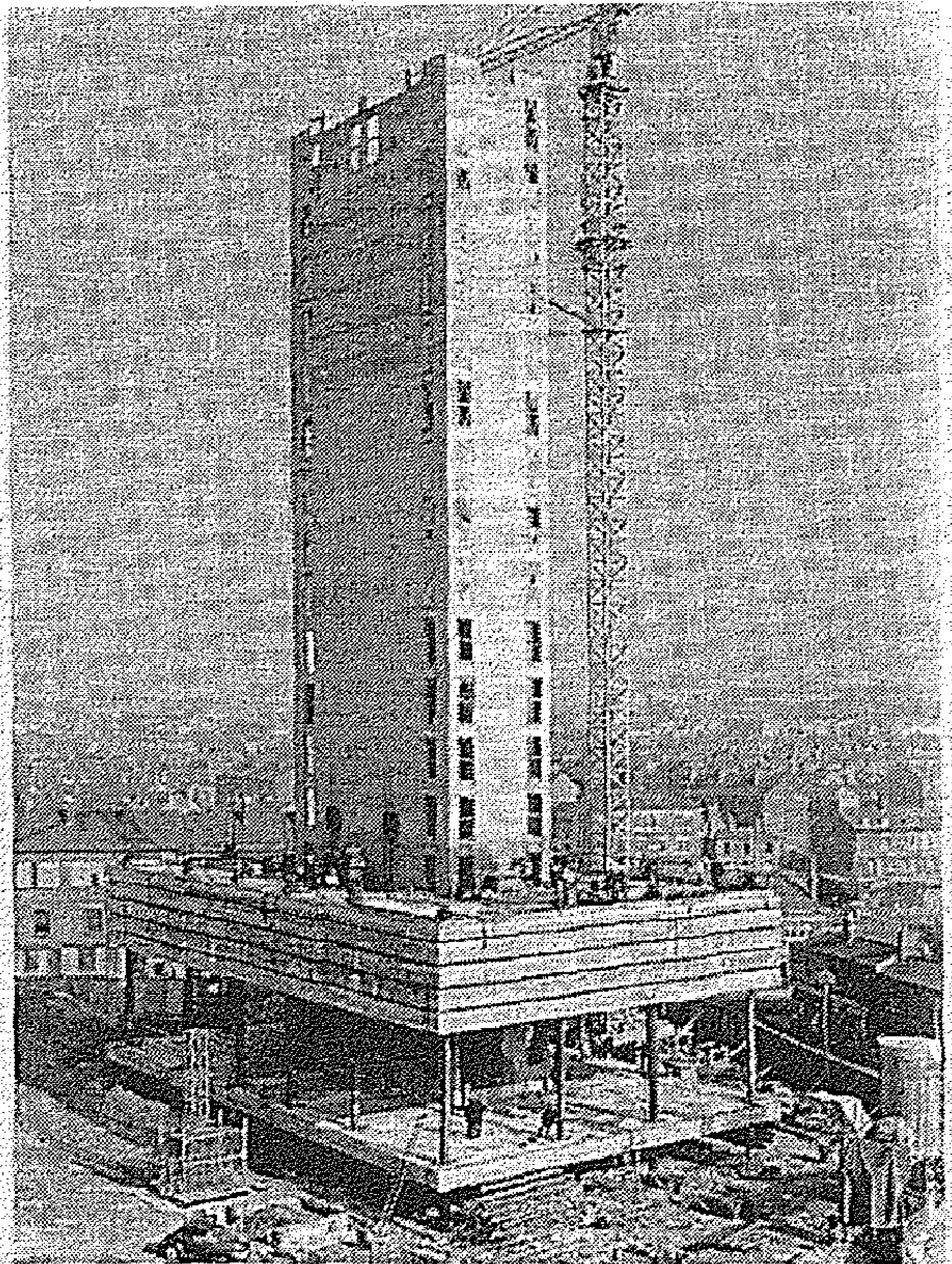


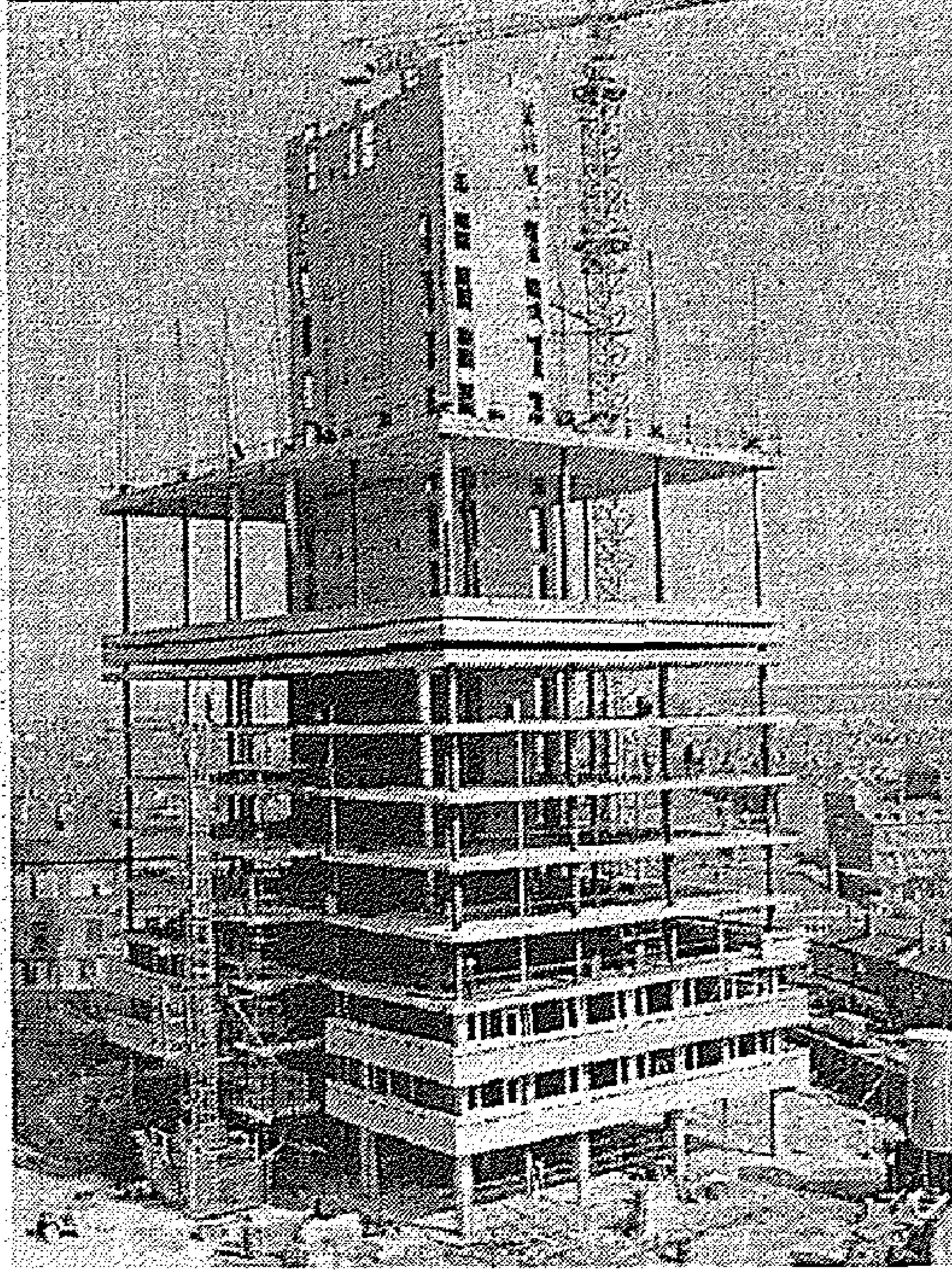
مصنع أسمنت بني سويف – تنفيذ جسم الصومعة بالشدات المنزلقة – تنفيذ للسقف المخروطي بالرفع الثقيل





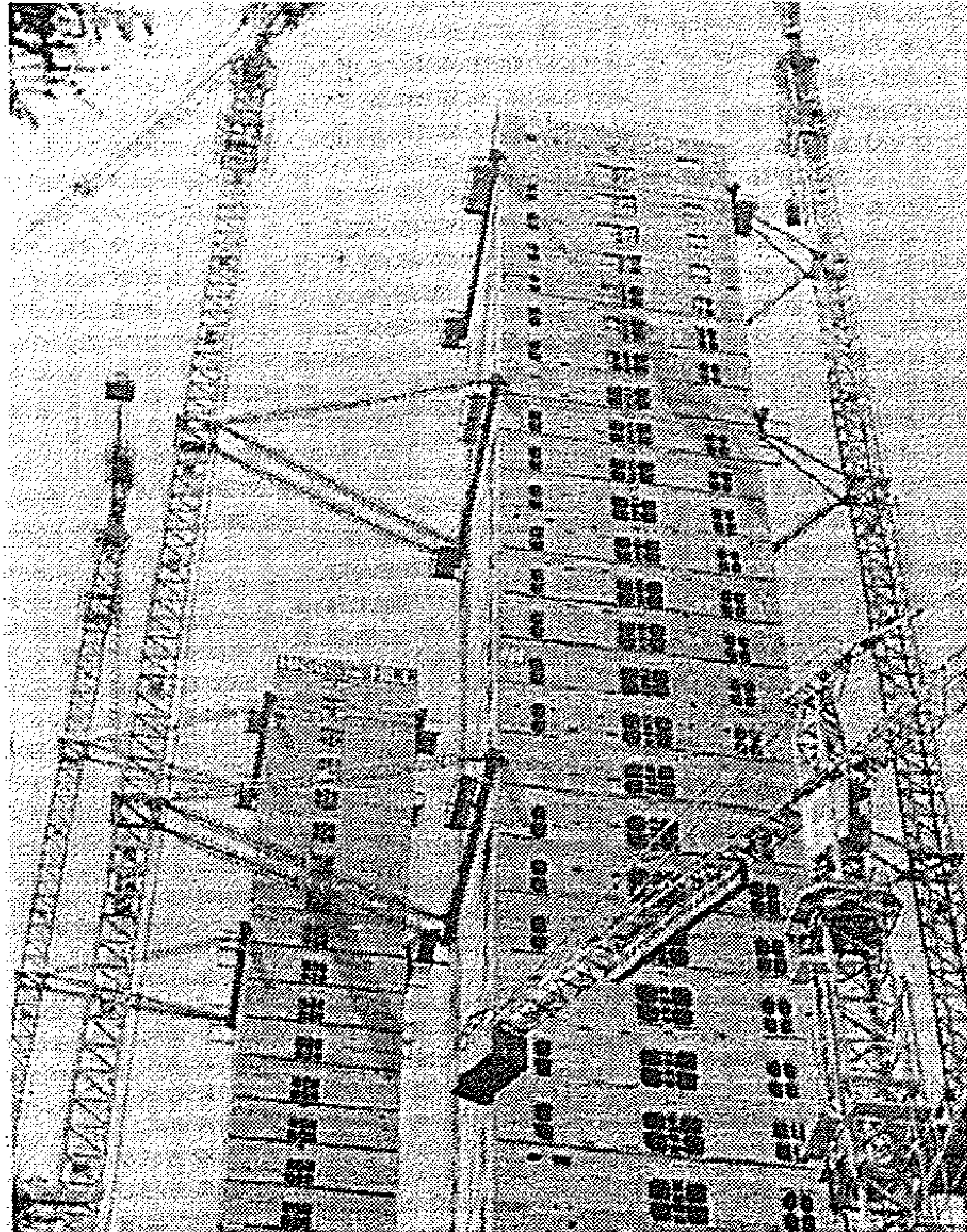
محطة تنقية مجاري الجبل الأصفر - القاهرة

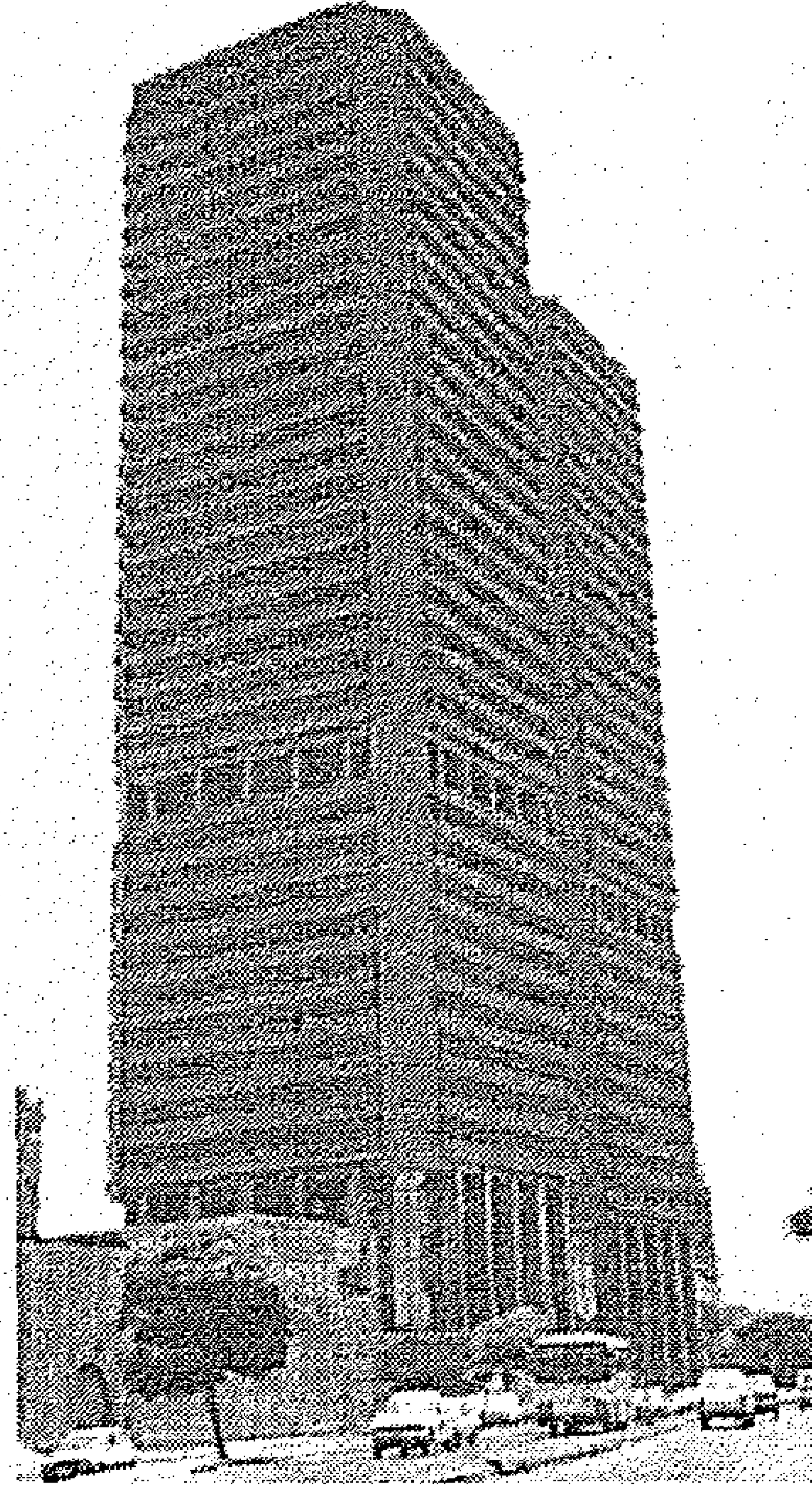




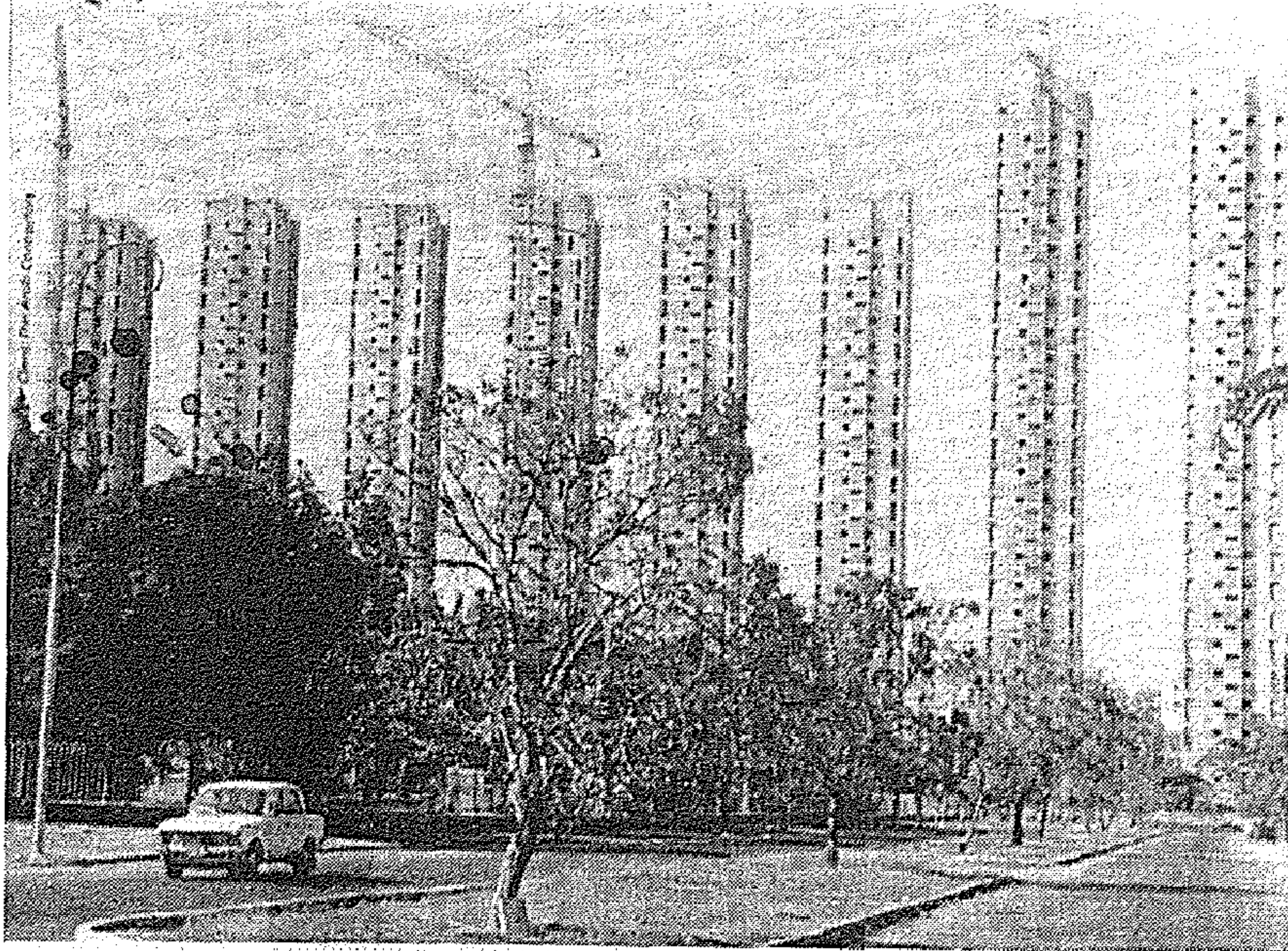
تم تنفيذ القلب الخرساني بواسطة الشدات المنزلقة و تنفيذ الأسقف بواسطة نظام الأسقف المرفوعة

مبني البنك الأهلي - كايرو بلازا

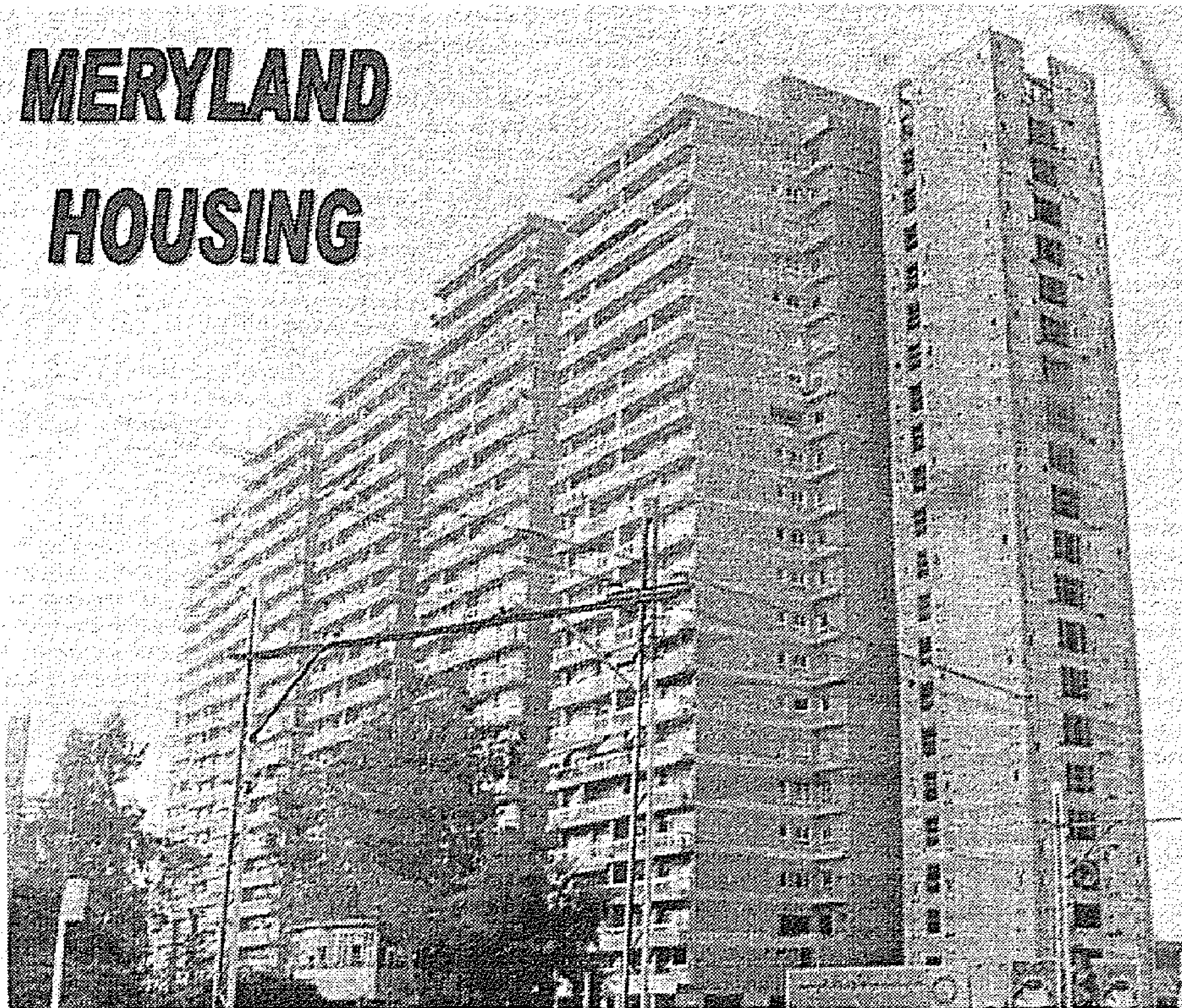




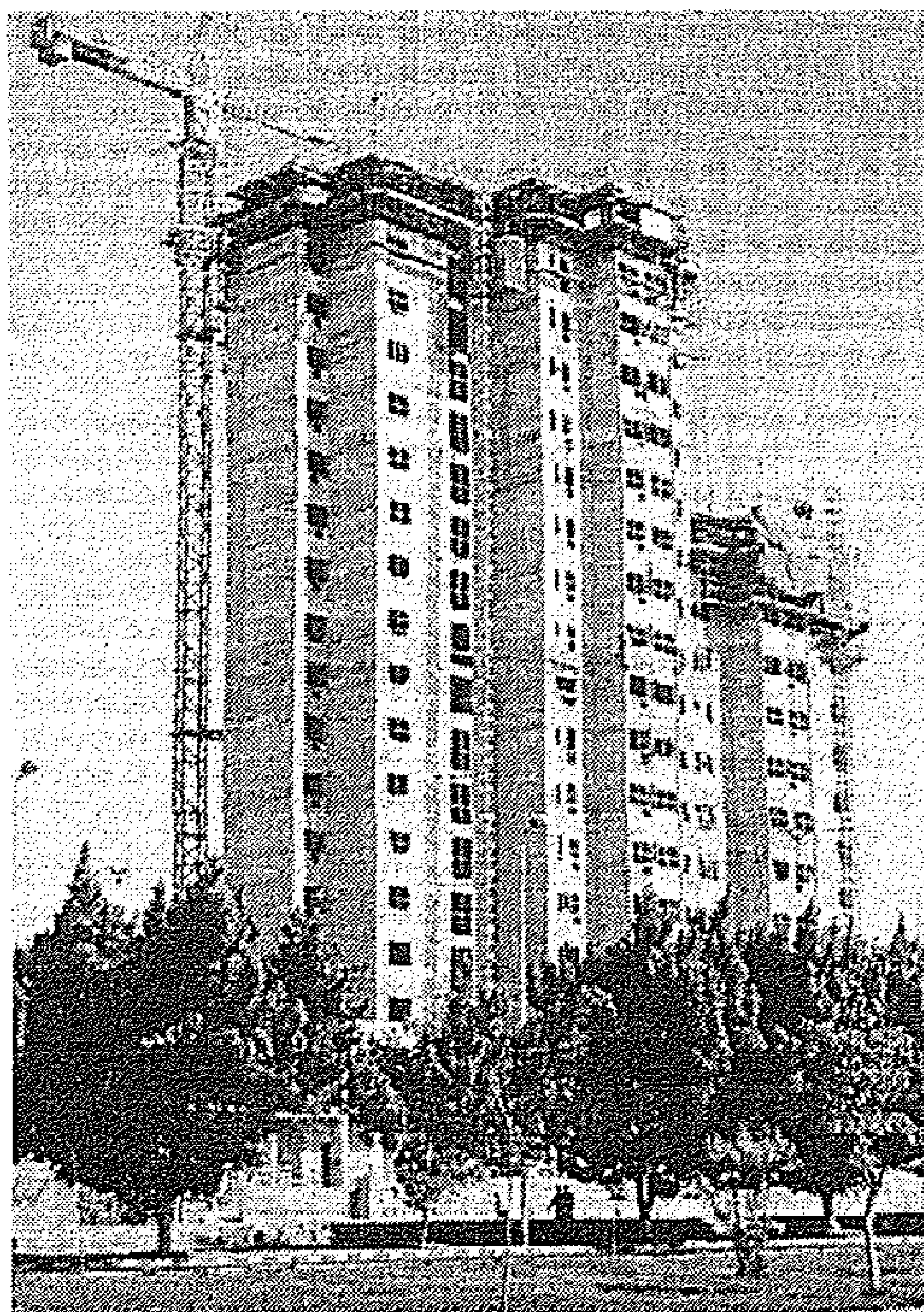
القلب الداخلي CORE لأبراج الأسكان - مشروع الميريلاند



CENTRAL CORE EL MERILAND HOUSING

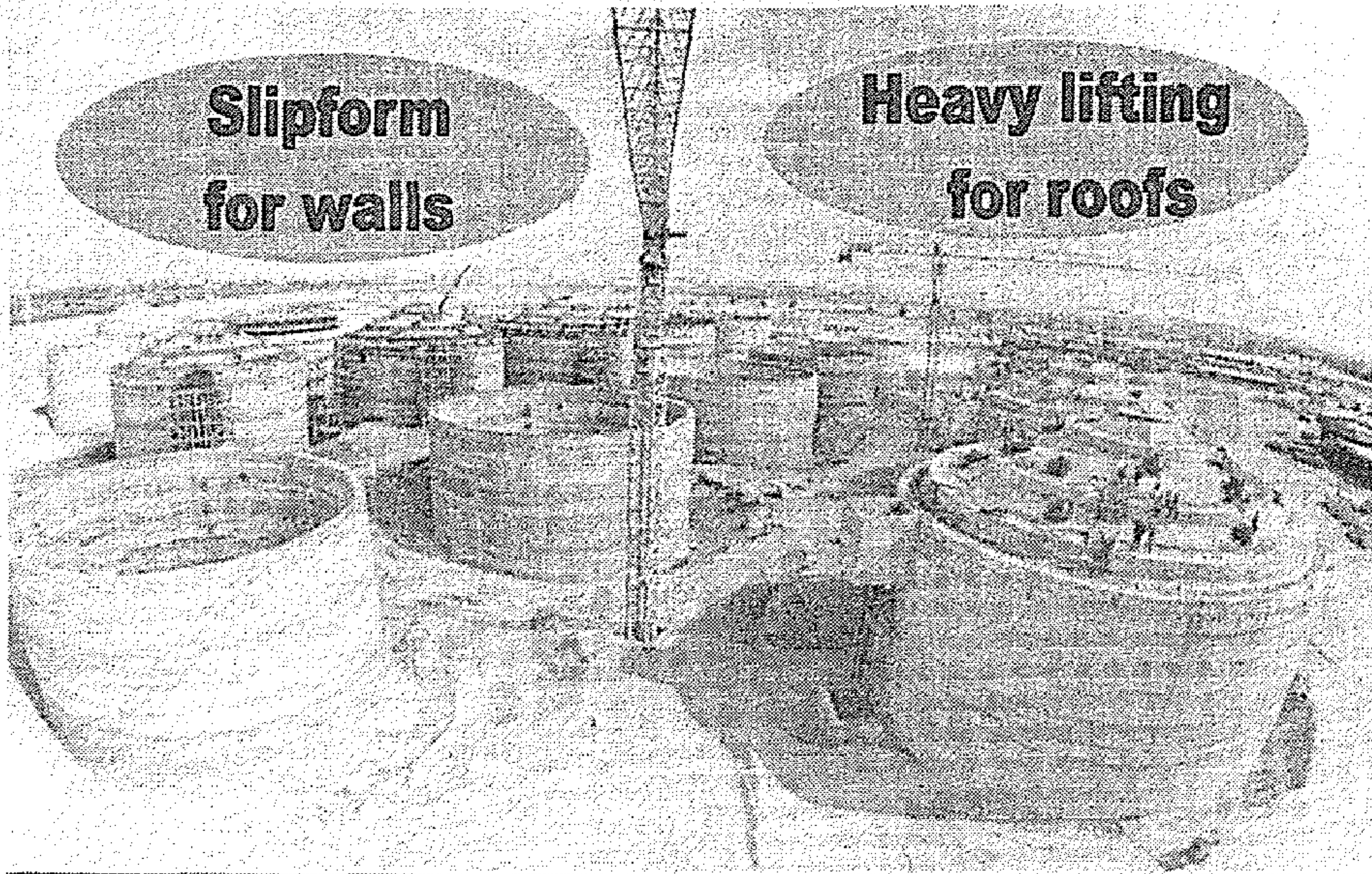


عمارات الميريلاند

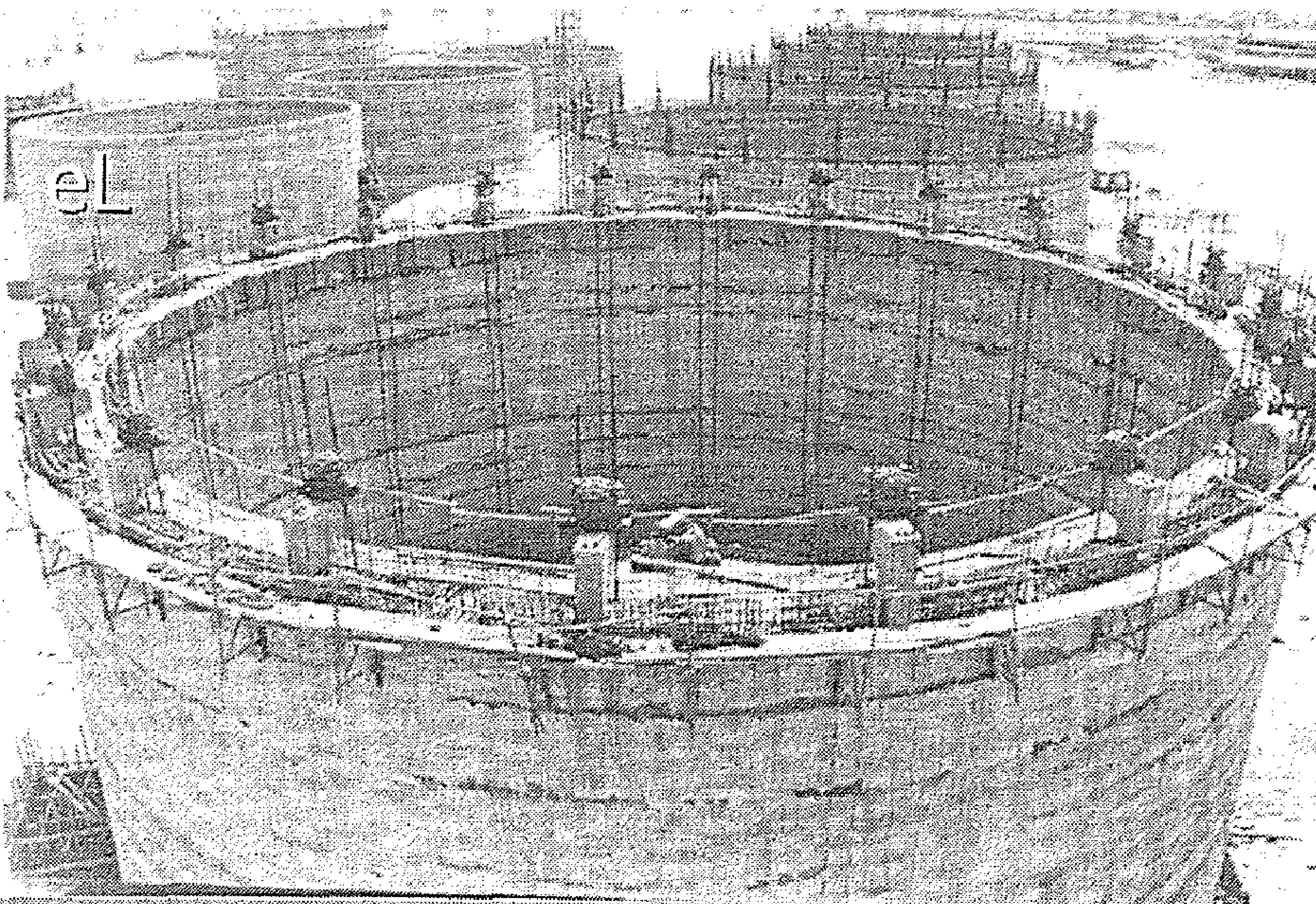


مشروع مساكن العبور

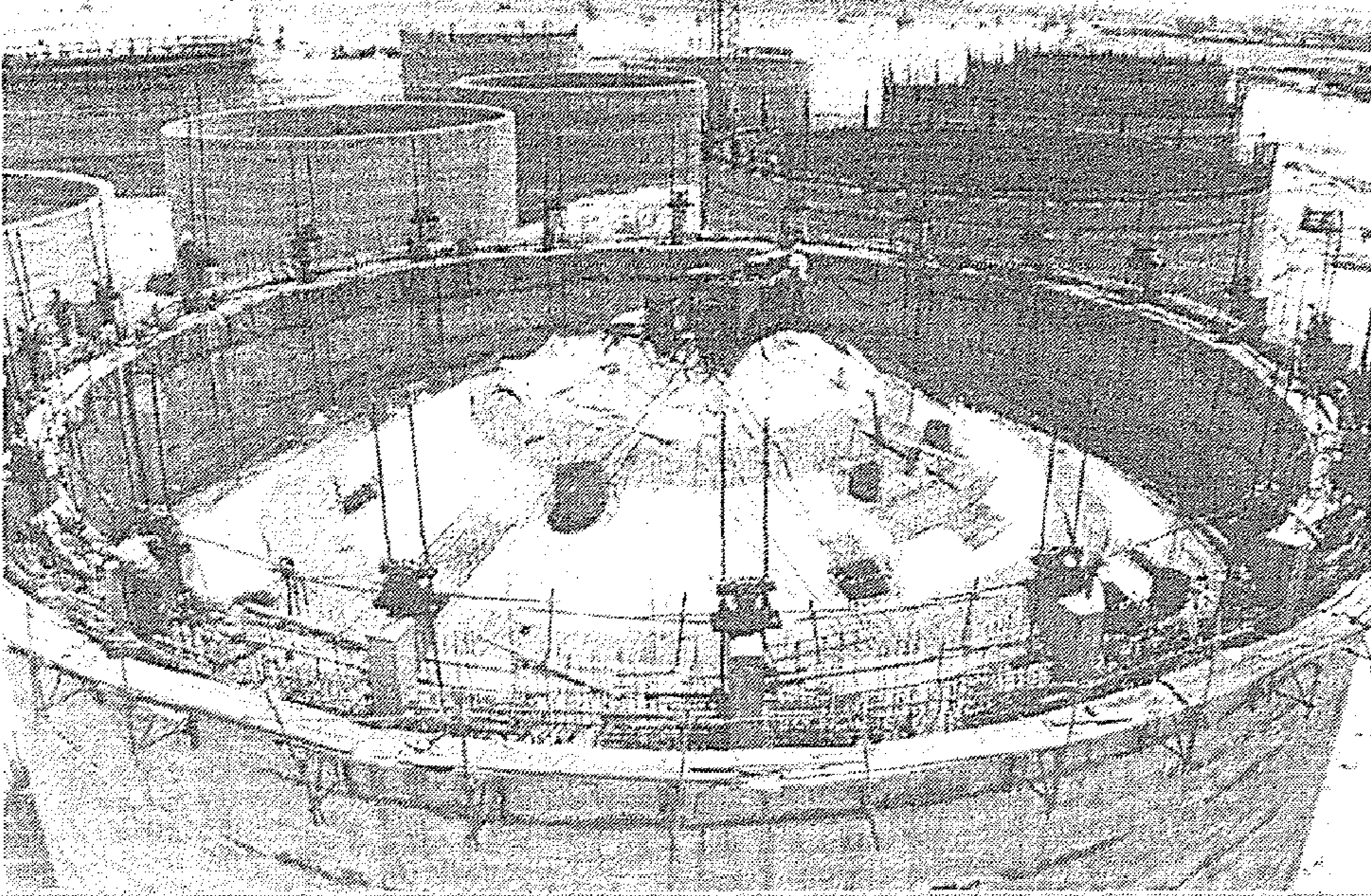
محطة تنقية الصرف الصحي بالجبل الأصفر



El-Gabal El-Asfer Sewage Treatment plant



El - Gabal El - Asfer Sewage Treatment Plant



محطة التنقية بالجبل الأصفر – القاهرة

منشأ بطريقة الشدات المنزلقة لجسم الخزان ونظام الرفع الثقيل لرفع الغطاء الخرساني العلوي

المراجع

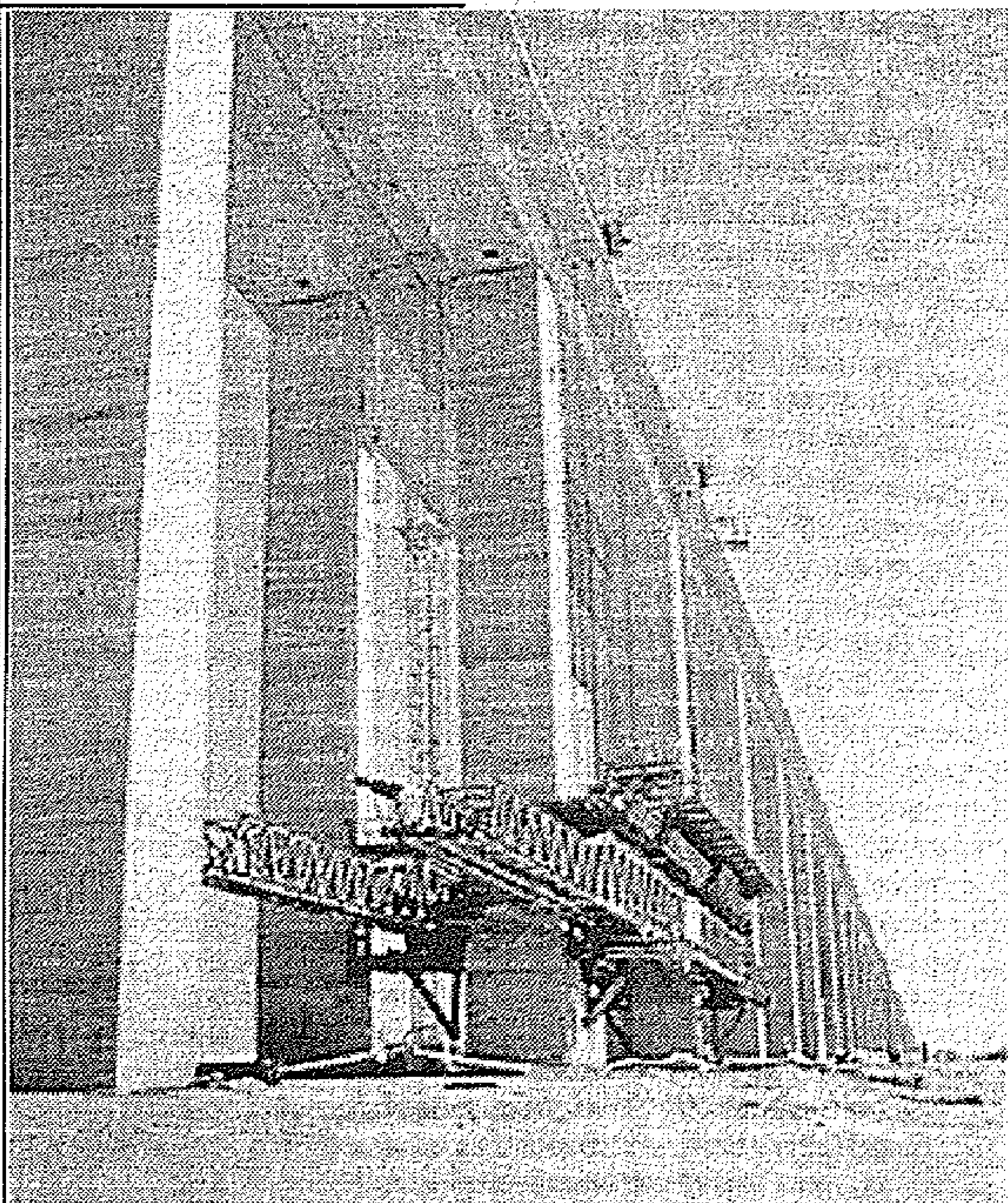
١ – الشركة المصرية لتطوير صناعة البناء (ليفت سلاب مصر)

المهندس أسامة الجرف – المهندس حسن أبراهيم .

٢ – معهد التدريب في شركة المقاولون العرب .

الإنشاءات المتميزة 6

الرفع الثقيل



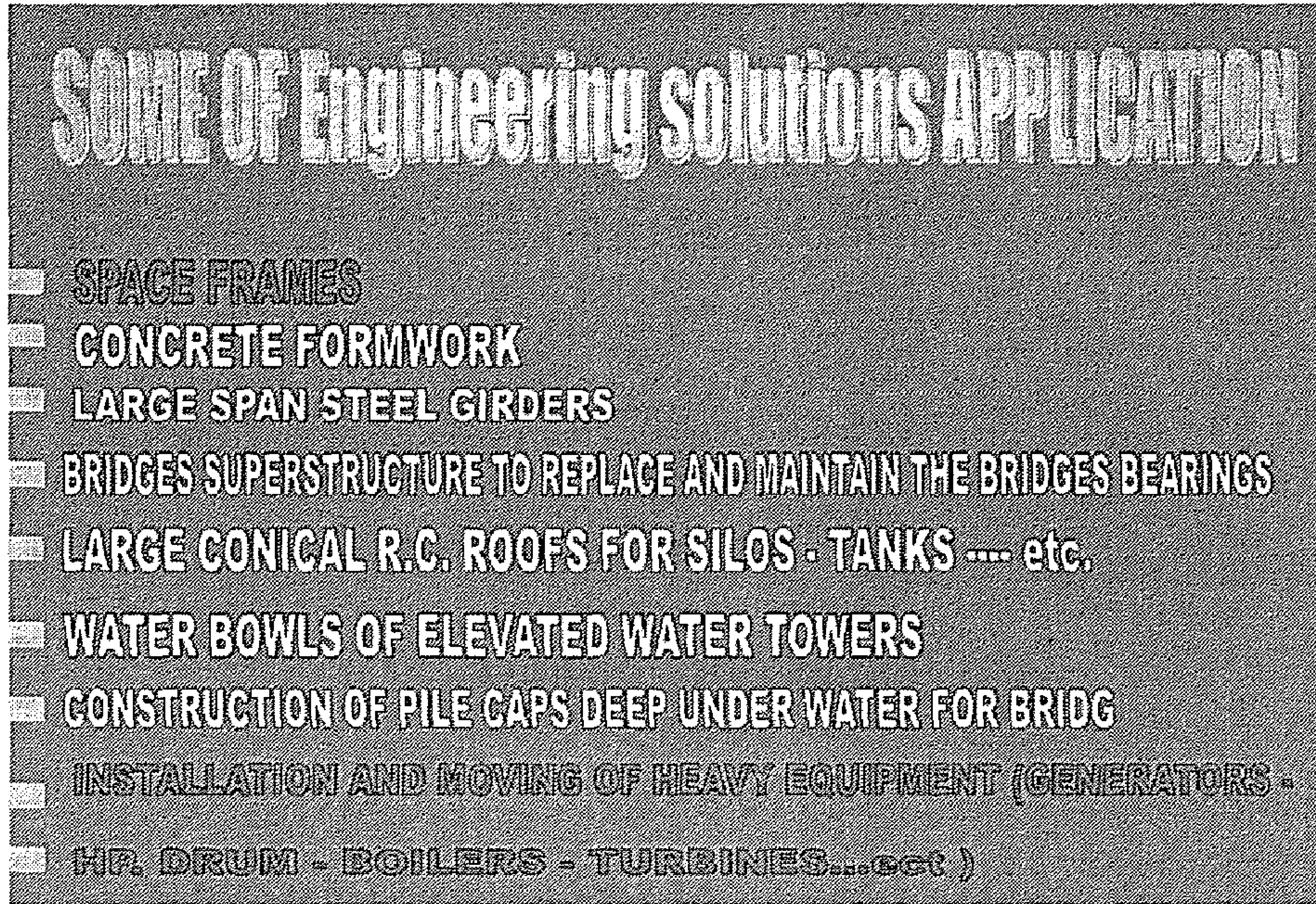
الباب الثانى والعشرون

أعمال الرفع الثقيل

أعمال الرفع الثقيل

الرفع الثقيل للإنشاءات الخرسانية والمعدنية :

يستخدم هذا النظام بنجاح كبير في رفع الإنشاءات الخرسانية مثل الخزانات العلوية أو الكباري أو مشروعات الأسكان أو القباب أو الأسقف المعدنية الضخمة . شكل(١) – يوضح مجالات أستخدام تكنولوجيا الرفع الثقيل .



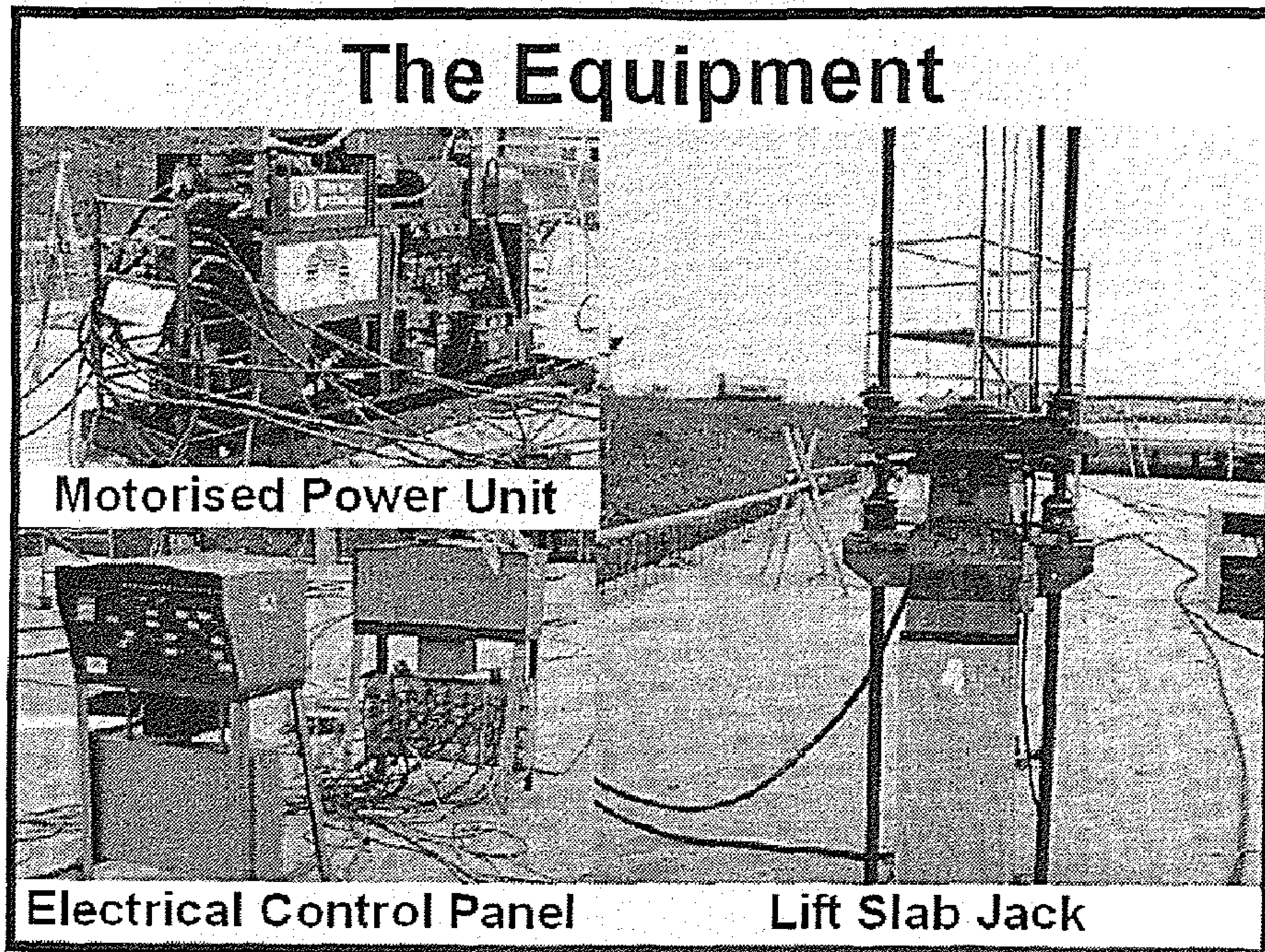
شكل (١) مجالات أستخدام تكنولوجيا الرفع الثقيل

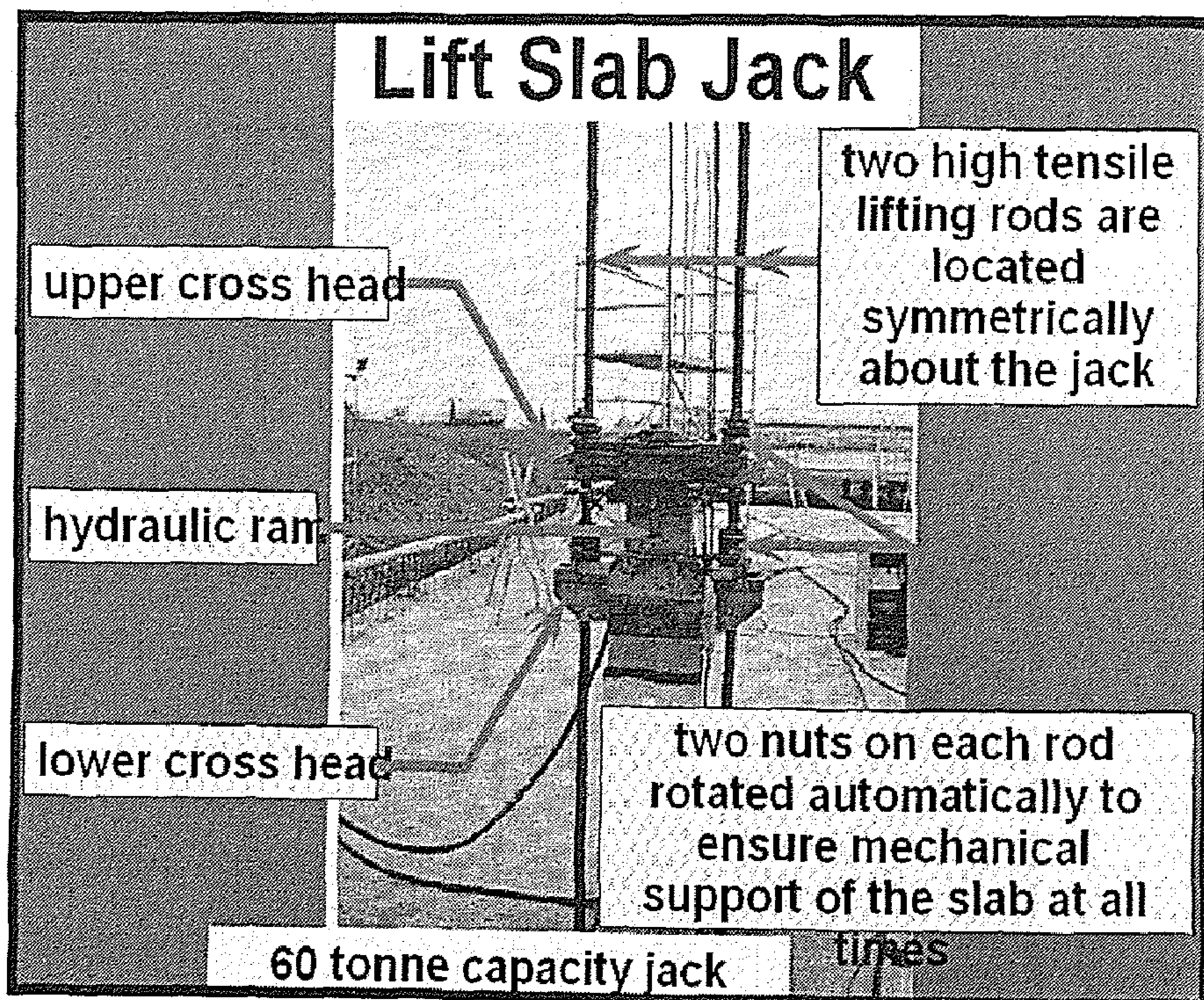
أولا : الخزانات :

بعد تنفيذ الأعمدة أو تنفيذ الأسطوانة الحاملة للخزان ، يتم رفع حلة الخزان أو القبة بواسطة روافع هيدروليكية إلى مكانها تماما ثم تثبيتها . هذا النظام يوفر الشدات التي تستخدم في الإنشاءات العالية فضلا عن سهولة الصب عند مستوي سطح الأرض وتوفير الوقت .

وقد تم رفع خزان مياه سعة ٤٠٠,٠٠٠ جالون – حيث تم صب الحلة علي الأرض باستخدام الشدات العادية – وكانت الأسطوانة الخرسانية الحاملة للحلة قد نفذت بنظام الشدات المنزلقة. تفاصيل الروافع الهيدروليكية– شكل (٢) . خطوات رفع حلة

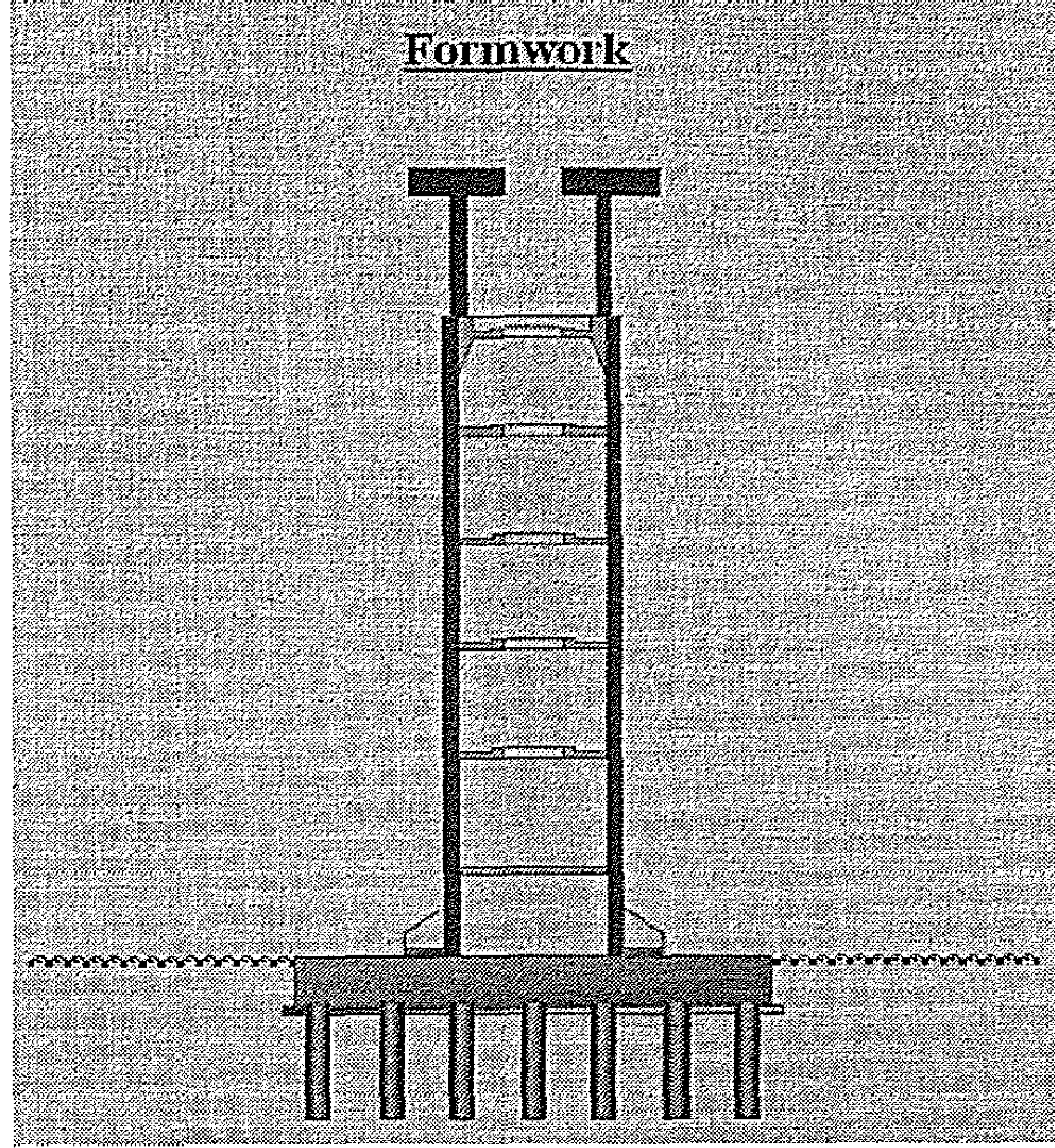
الخزان – شكل (٣) .



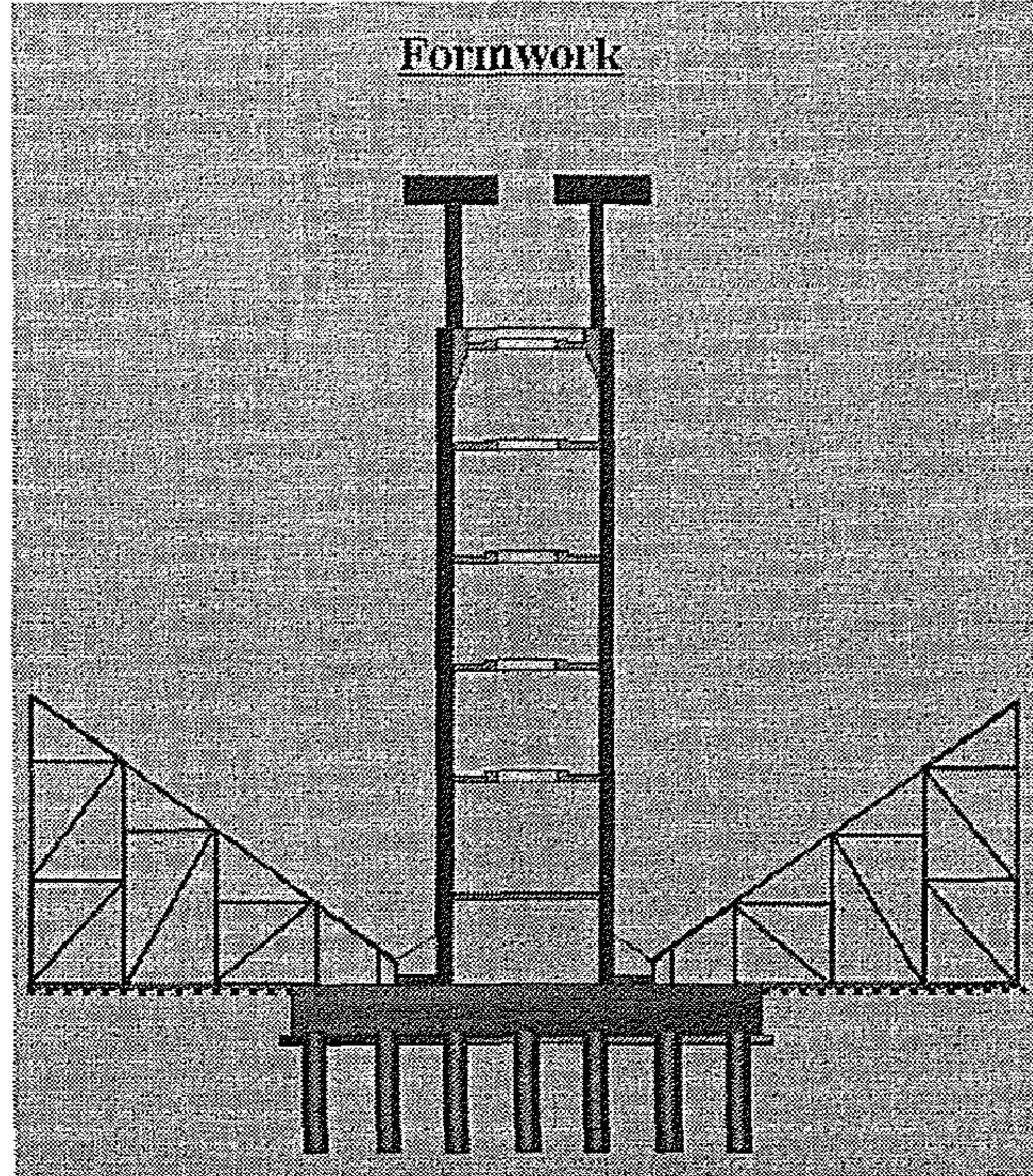


شكل (٢) معدات الرفع

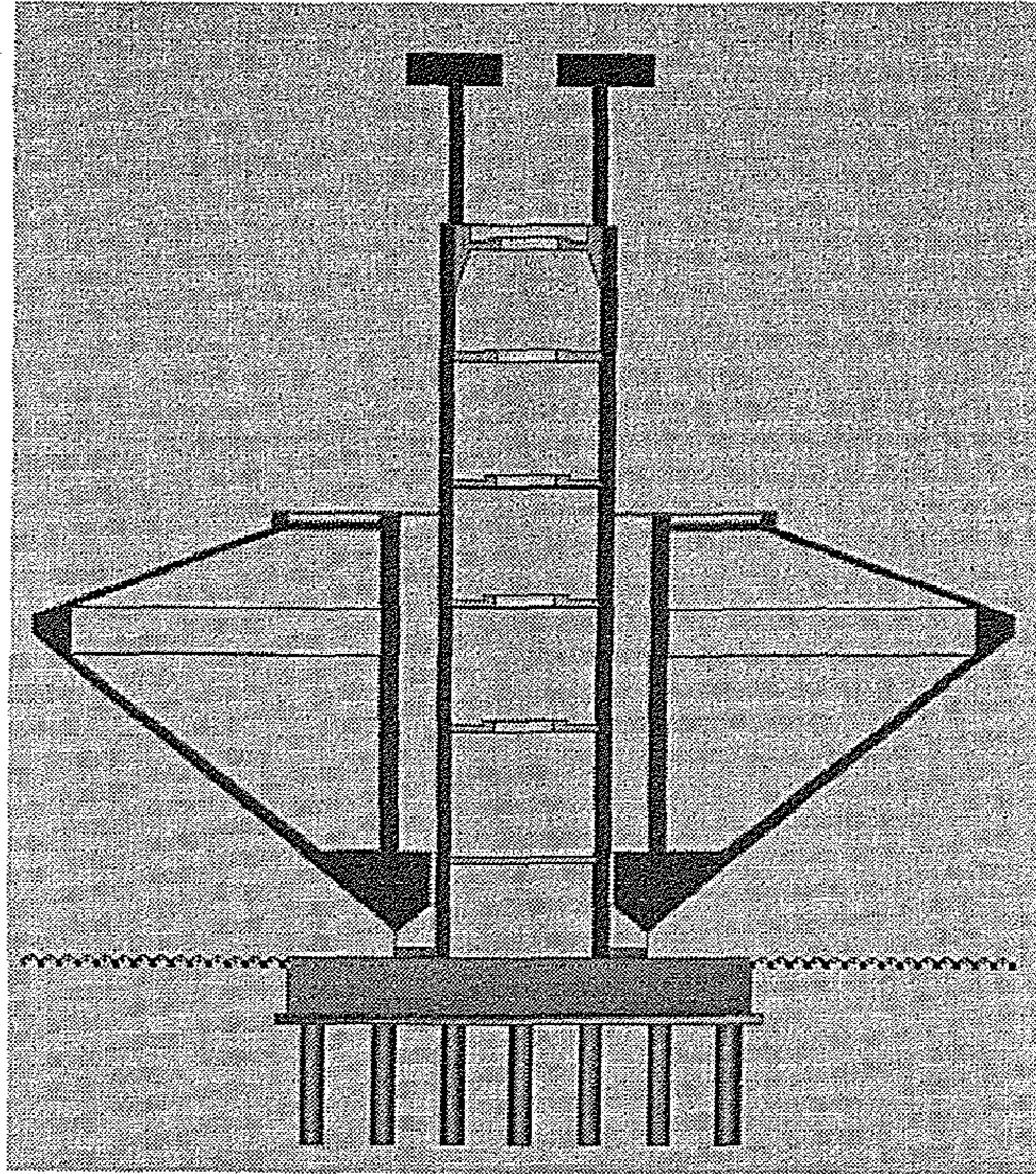
طريقة و خطوات التنفيذ :



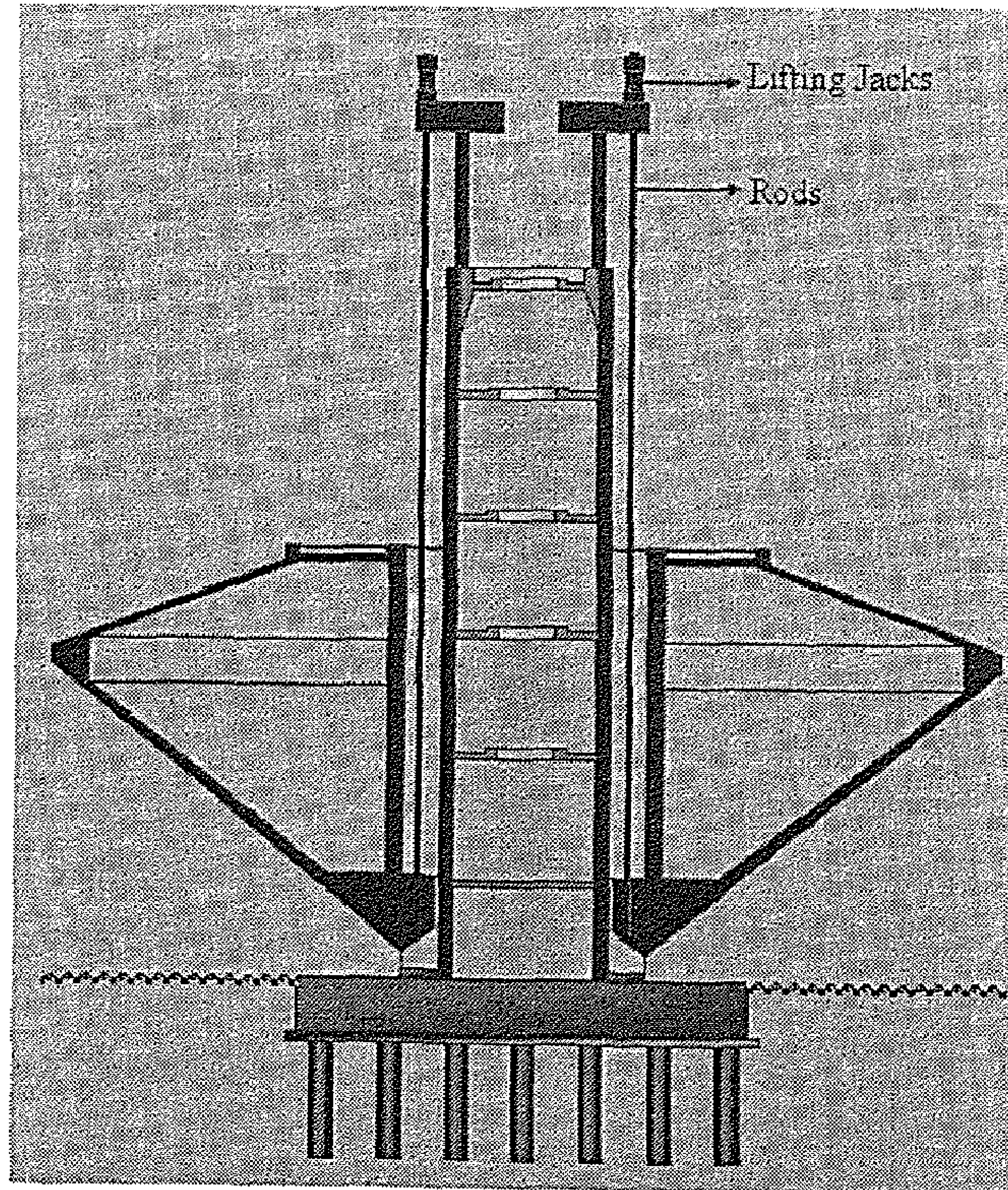
تنفيذ الأساسات – تنفيذ الأسطواة الداخلية بنظام الشدة المنزلقة – عمل كابولي علوي لتركيب الروافع



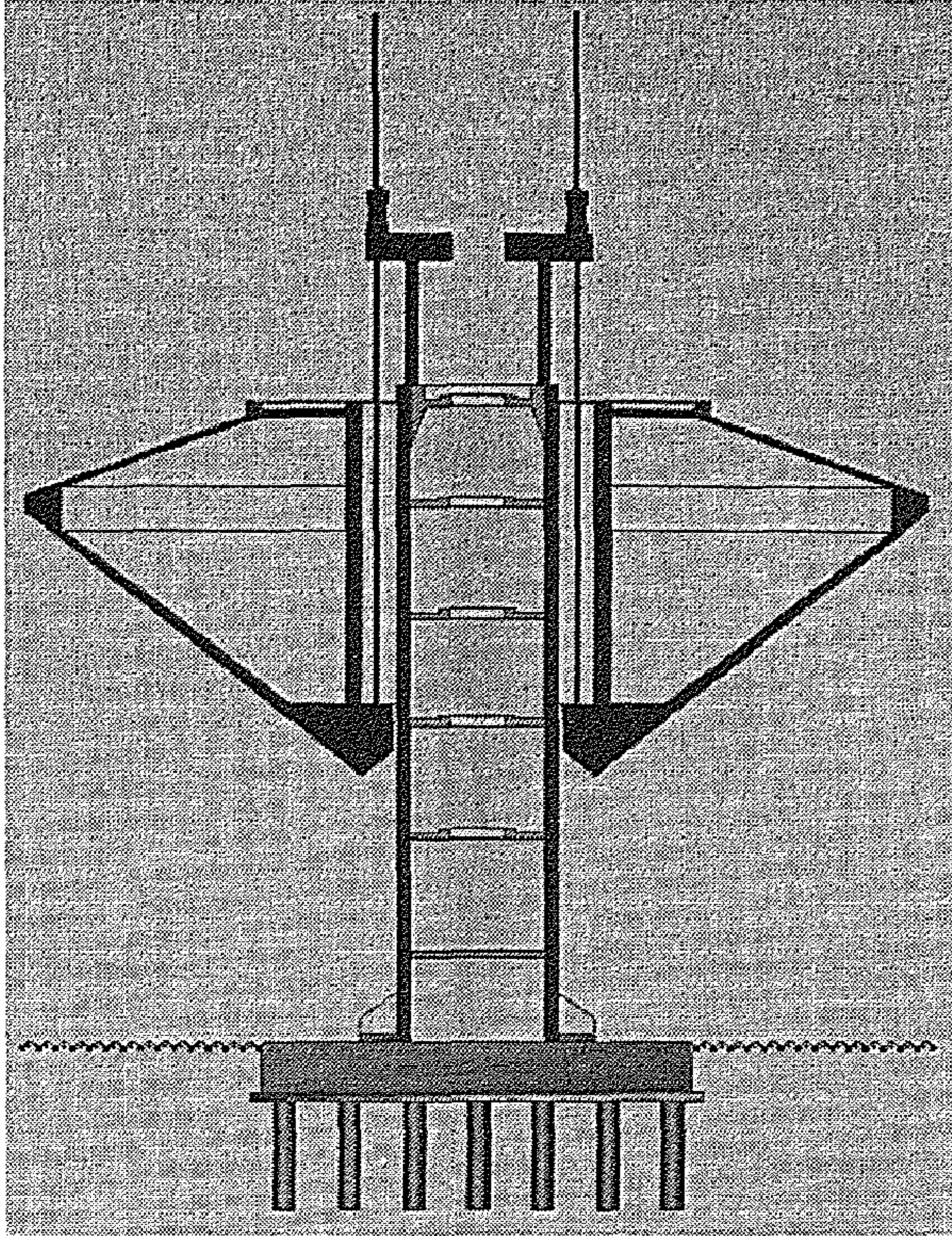
تنفيذ الشدة المسلحة علي الأرض



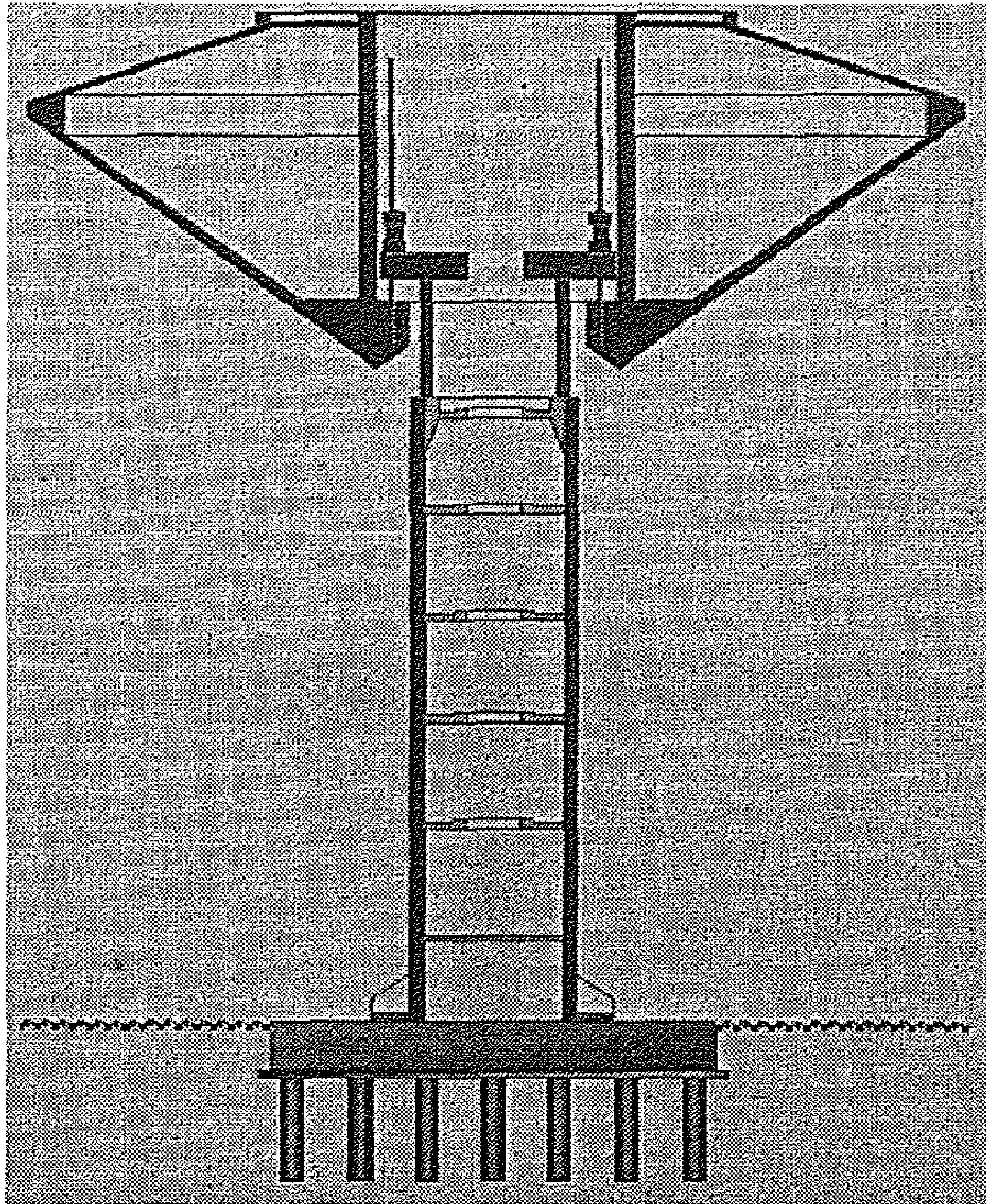
صب حلة الخزان وأزالة الشدة المسلحة



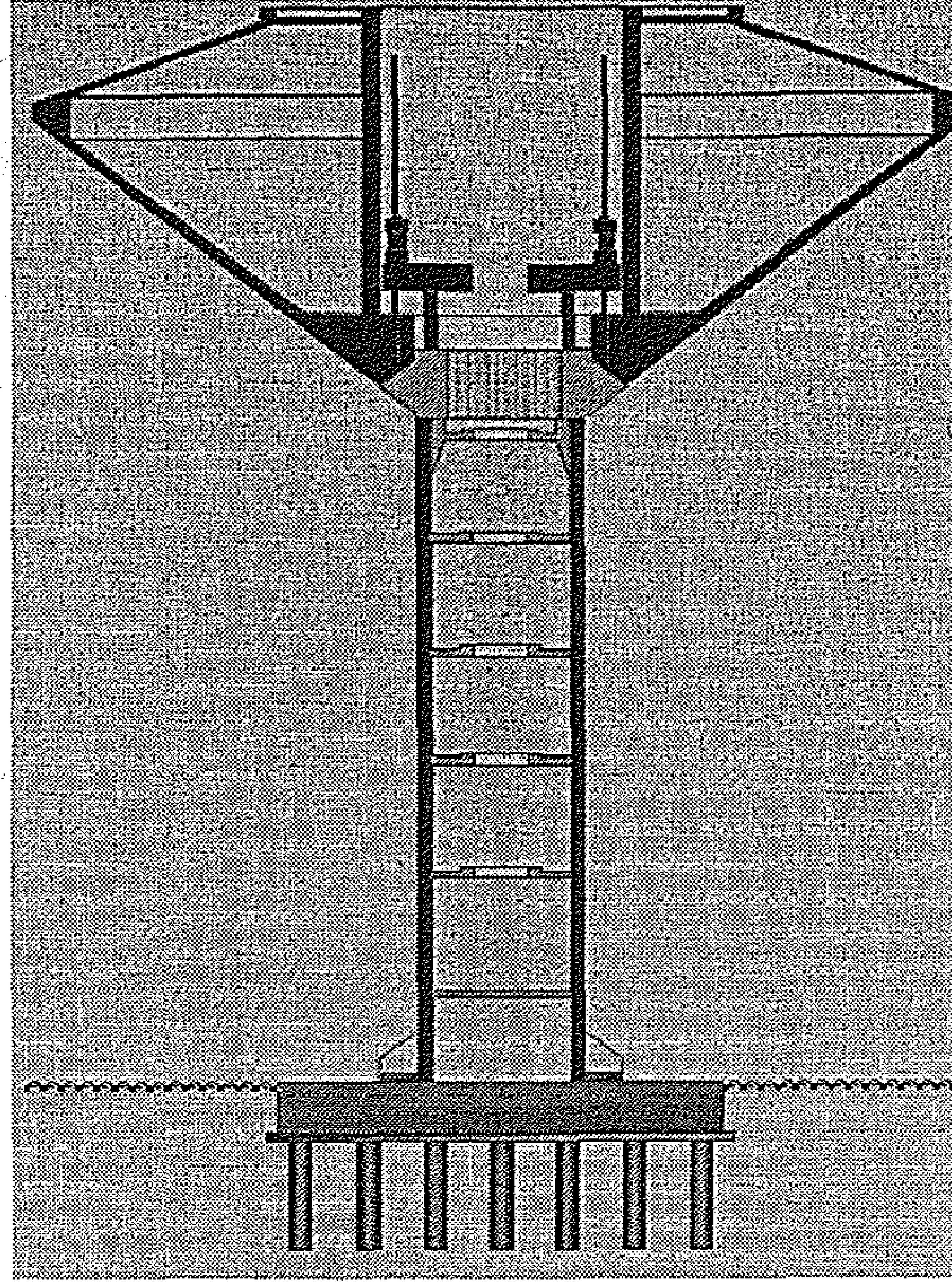
تركيب الروافع وقضبان الرفع



بدأ الرفع



الأنتهاء من الرفع والوصول الي منسوب الخزان التصميمي



شكل (٣) صب خرسانة أرتكاز حلة الخزان

ثانيا : القباب : Domes

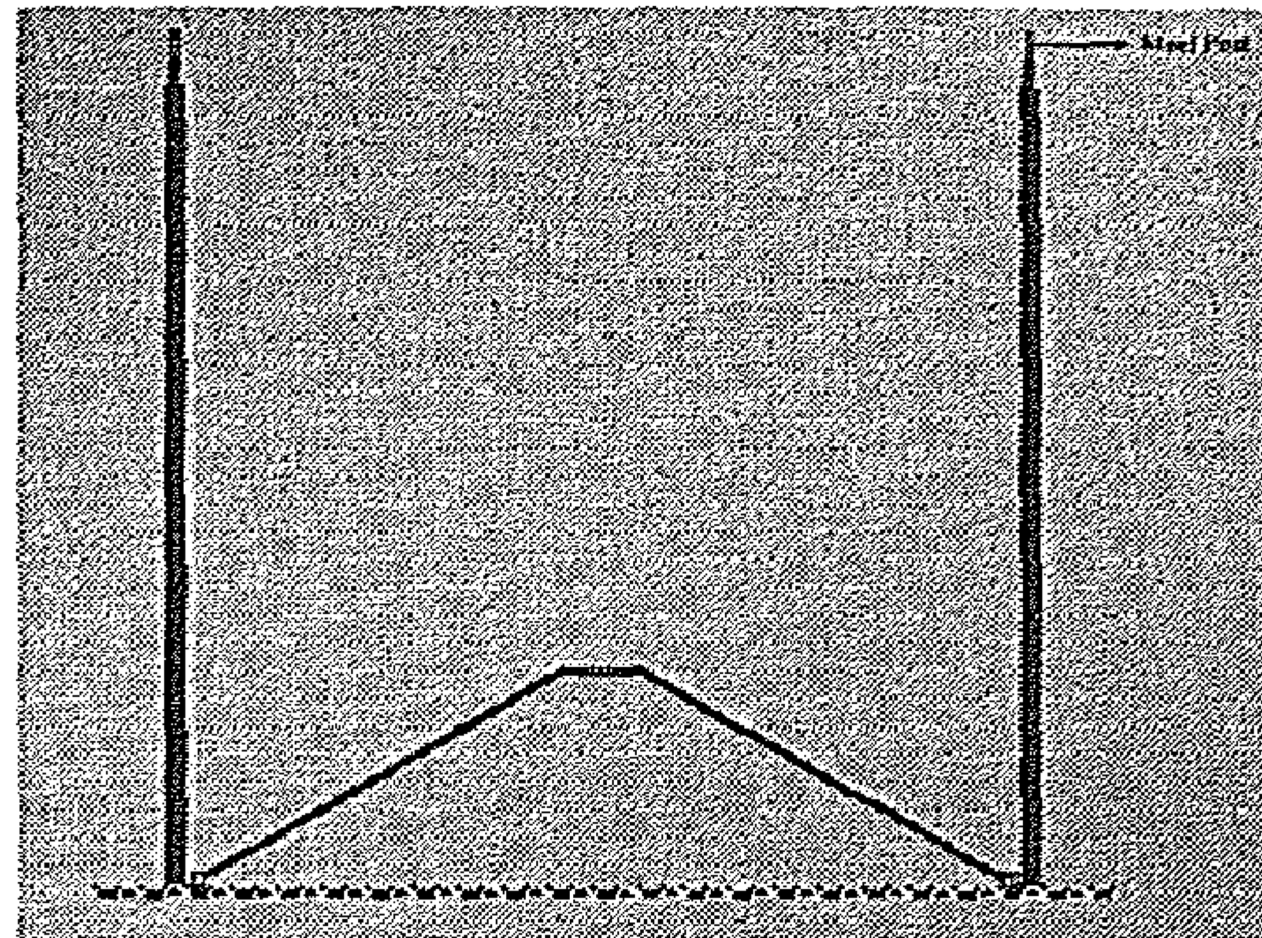
في حالة إنشاء القباب خاصة ذات البحور الكبيرة ، يمكن تجنب التكلفة العالية للشدات وخاصة الفرم المنحنية وذلك باستخدام أسلوب بسيط هو ردم وتشكيل التربة ودمكها لتأخذ شكل القبة تماما . يغطي سطح التربة بطبقة من المونة الأسمنتية وتغطي بعد ذلك بمادة عازلة مثل لفات المشمع . يتم صب خرسانة القبة ومعالجتها . وعند وصول الخرسانة إلى الإجهاد المطلوب ، يتم أزالة الأتربة من أسفل القبة ، ثم ترفع إلى مكانها فوق الأعمدة باستخدام طريقة الأسقف المرفوعة وتثبت جيدا .يمكن أن تأخذ القباب الأنواع التالية :

١- أسقف صوامع الغلال :

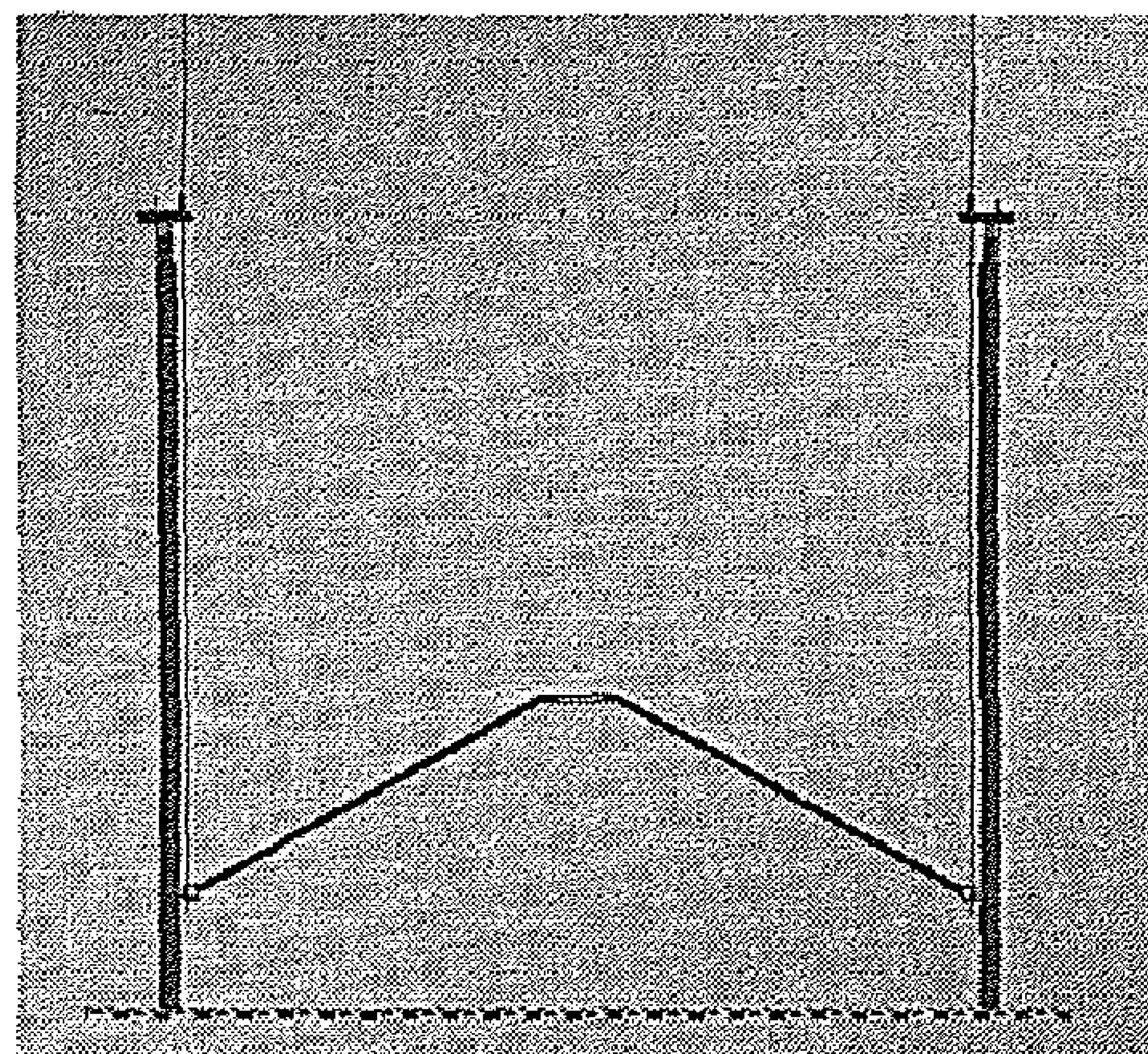
بعد أتمام صب الأسطوانة الخرسانية الحاملة للسقف - (يفضل طريقة الشدات المنزلقة) ، يتم رفع السقف علي هذه الأسطوانة ثم تثبيته عليها . ويمكن التنفيذ بطريقتين :

١ – رفع السقف من الأرض مع تثبيته علي الأسطوانة الحاملة (حالة الأسقف المخروطية) – شكل (٤) .

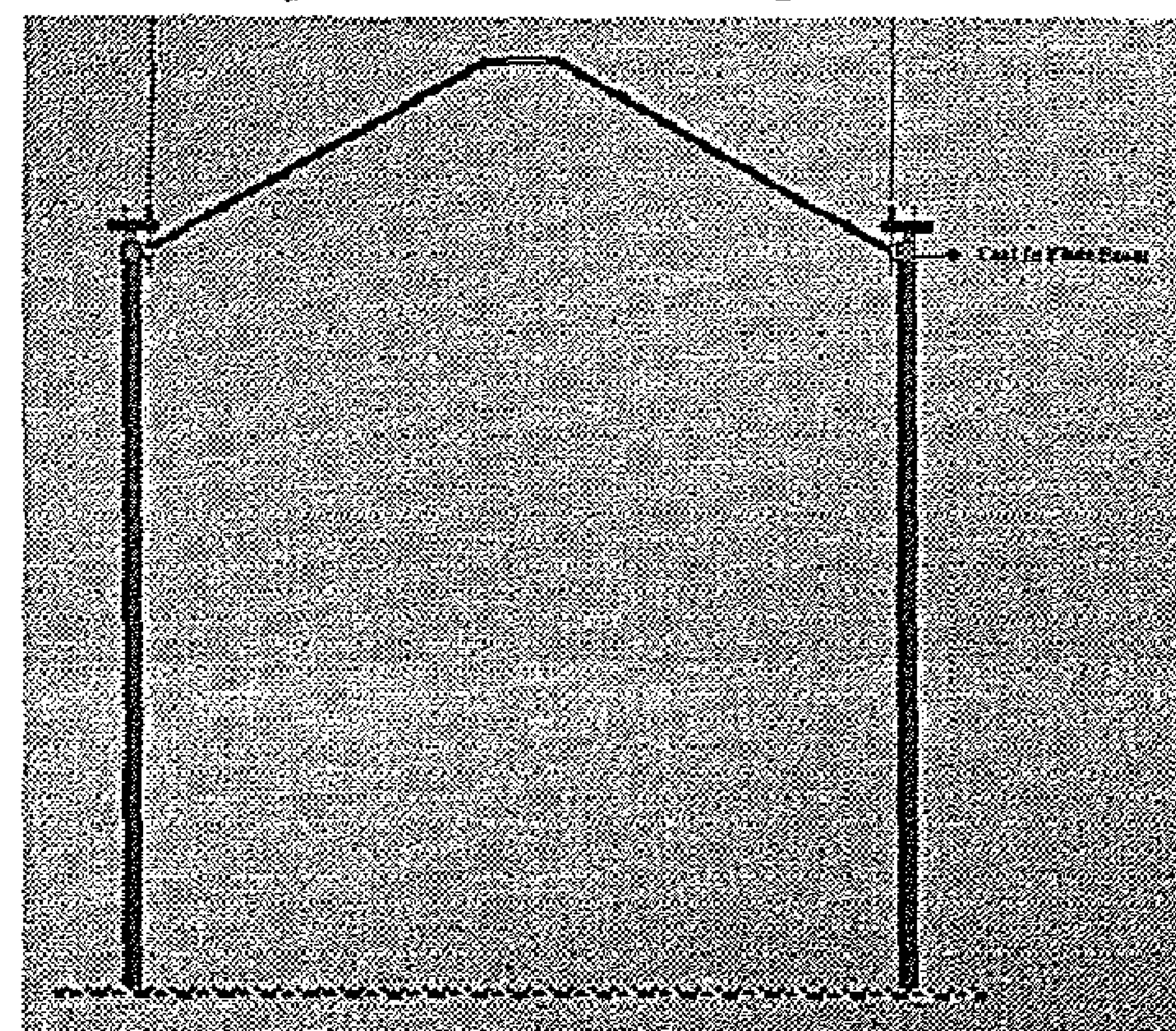
٢ – رفع الشدة المعدنية الي منسوب السقف (أو الأسقف المتوسطة) ثم صب خرسانات السقف بواسطة مضخة الخرسانة(حالة الأسقف الأفقية)– شكل(٥) .



عمل السقف المخروطي علي الأرض – تركيب الروافع

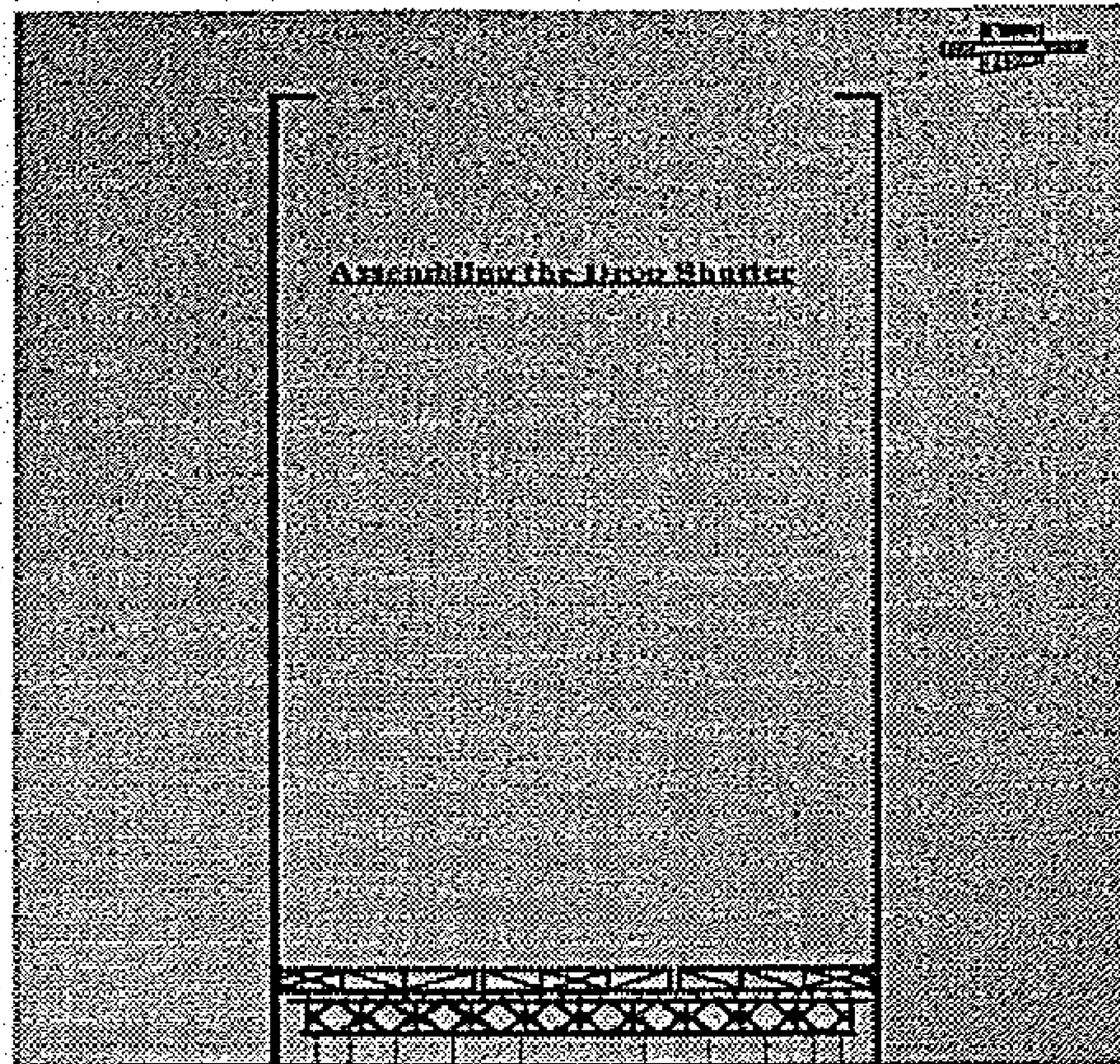


بدء رفع السقف المخروطي

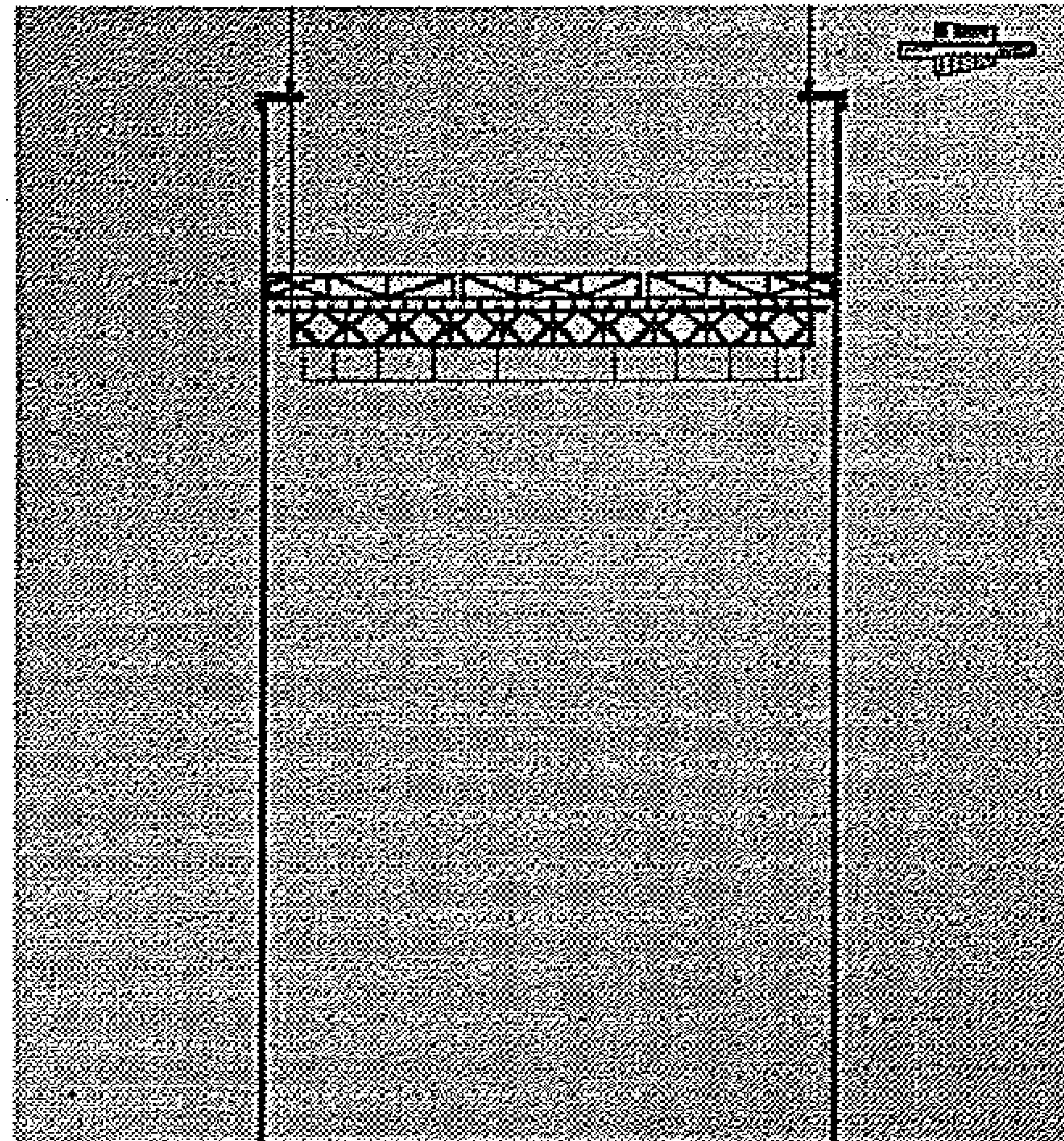


شكل (٤) رفع السقف المخروطي علي الأسطوانة الحاملة في المرحلة النهائية

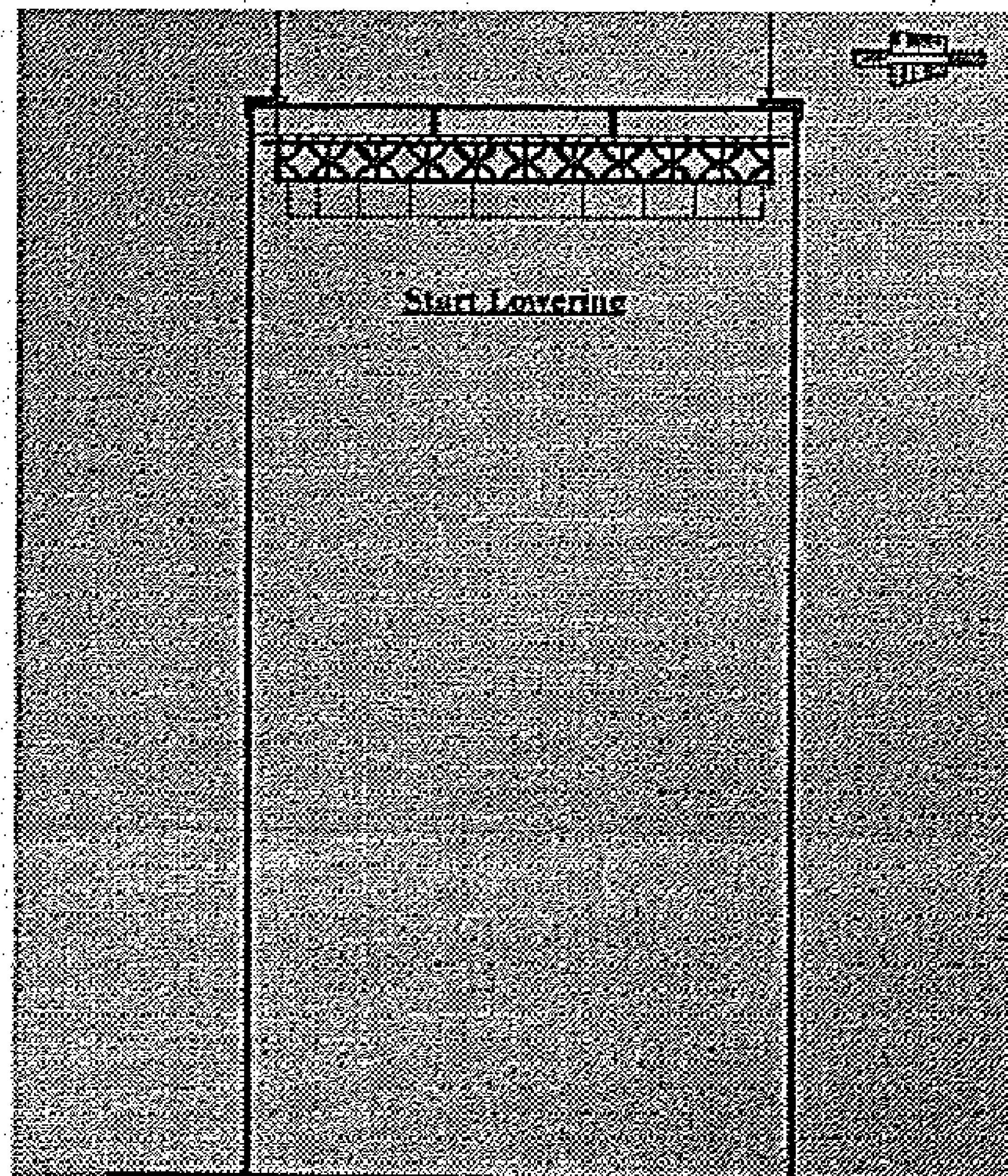
رفع الشدة المعدنية الي منسوب بلاطات الأسقف بالصوامع – حالة الأسقف الأفقية :



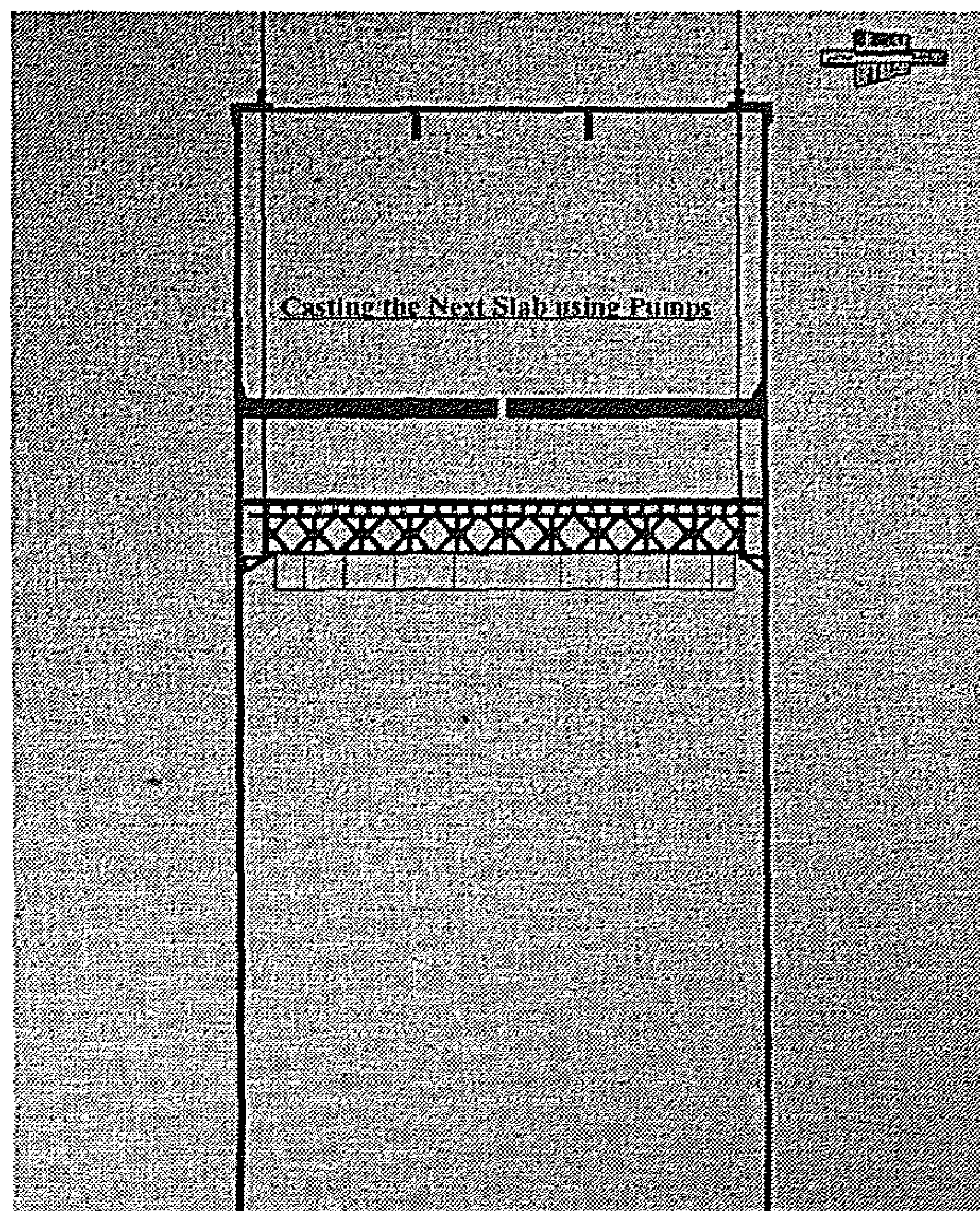
أنشاء الشدة المعدنية علي الأرض وتركيب الروافع



رفع الشدة المعدنية بواسطة الروافع الهيدروليكية



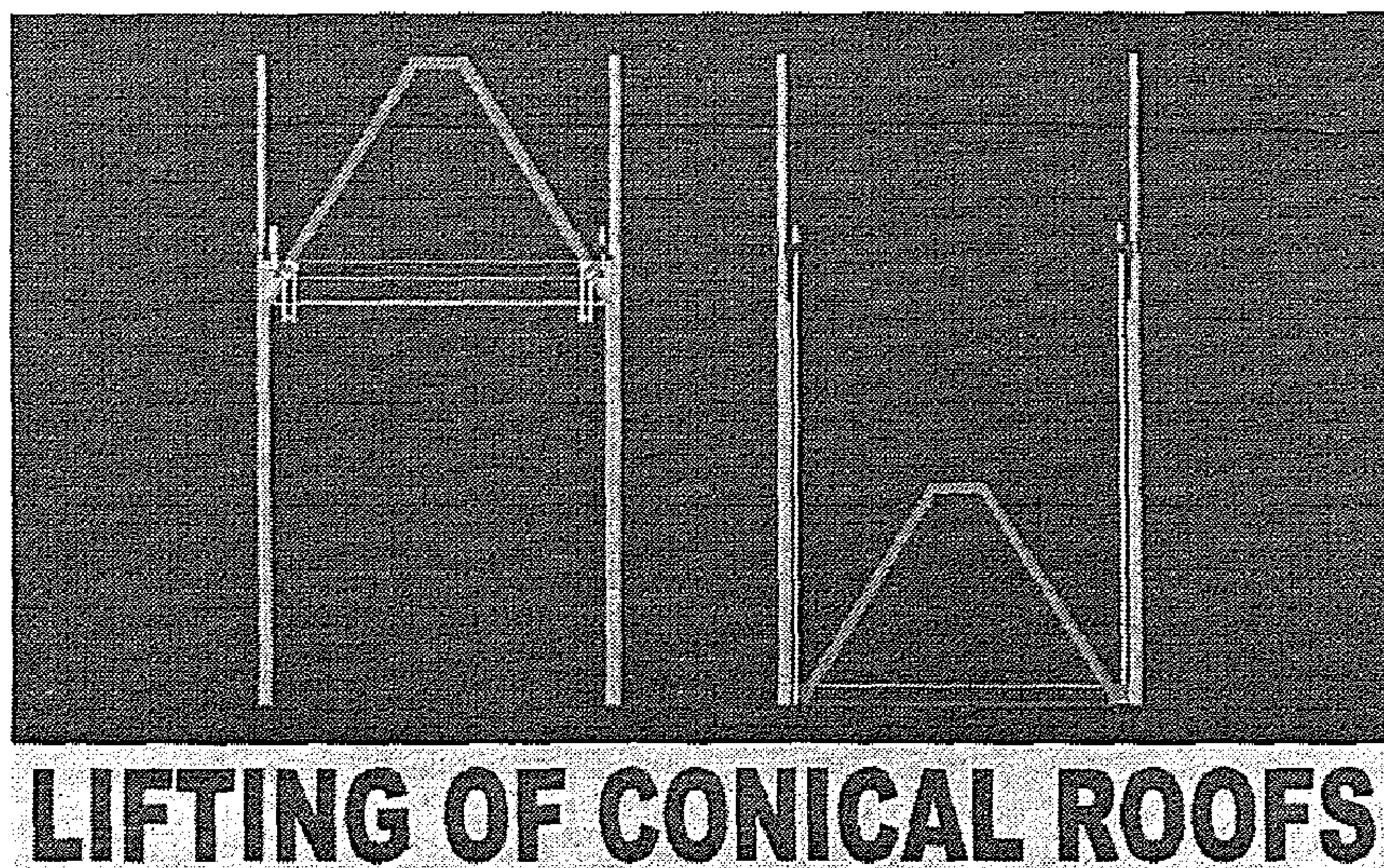
وصول الشدة المعدنية الي منسوب السقف العلوي



شكل (٥)

أنزال الشدة بعدصب السقف الثاني للصومعة

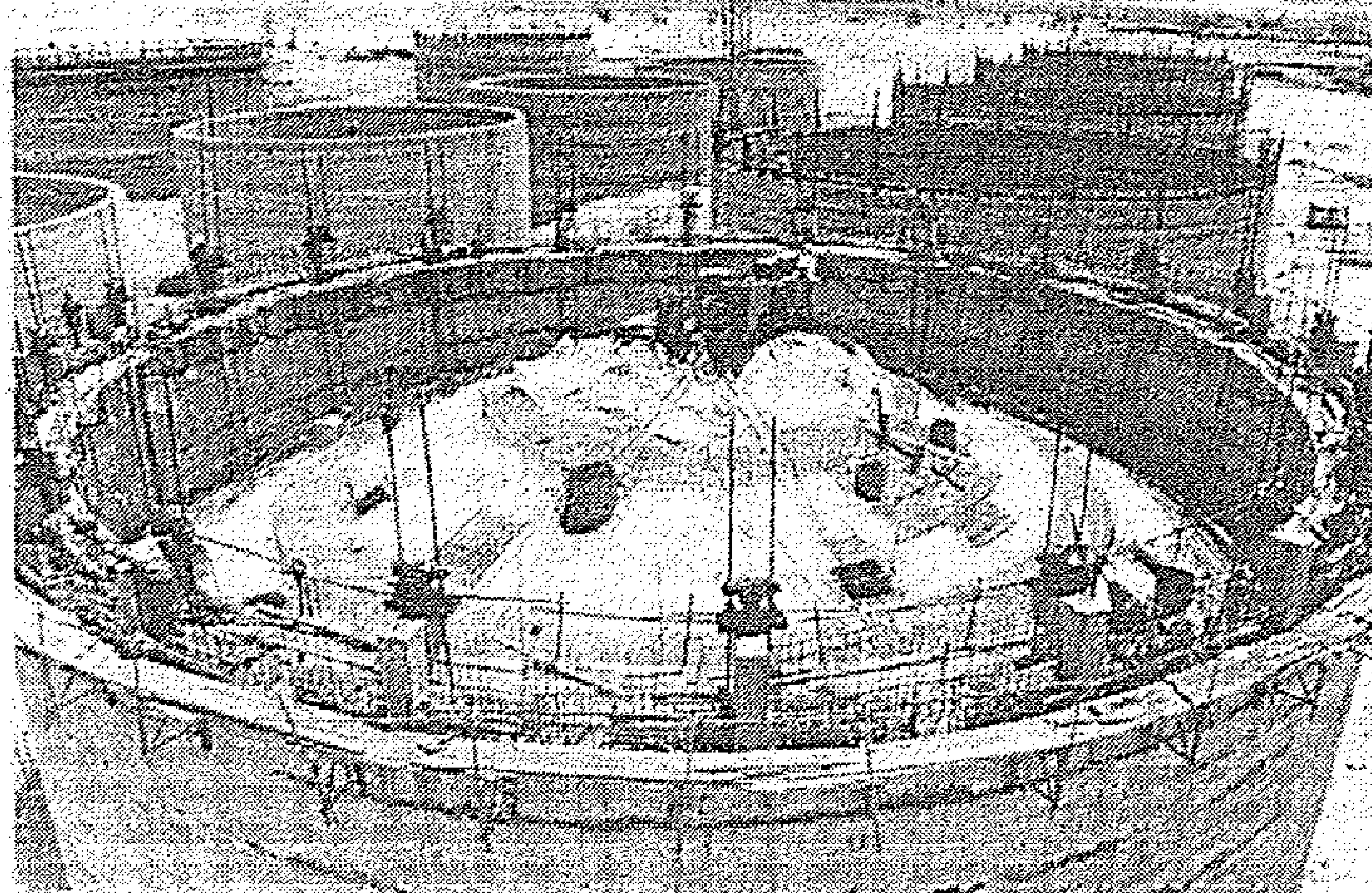
٢ - الأسقف المخروطية لخزانات تخمير الحمأة - عملية الجبل الأصفر - عقد ١٦: شكل (٦) .



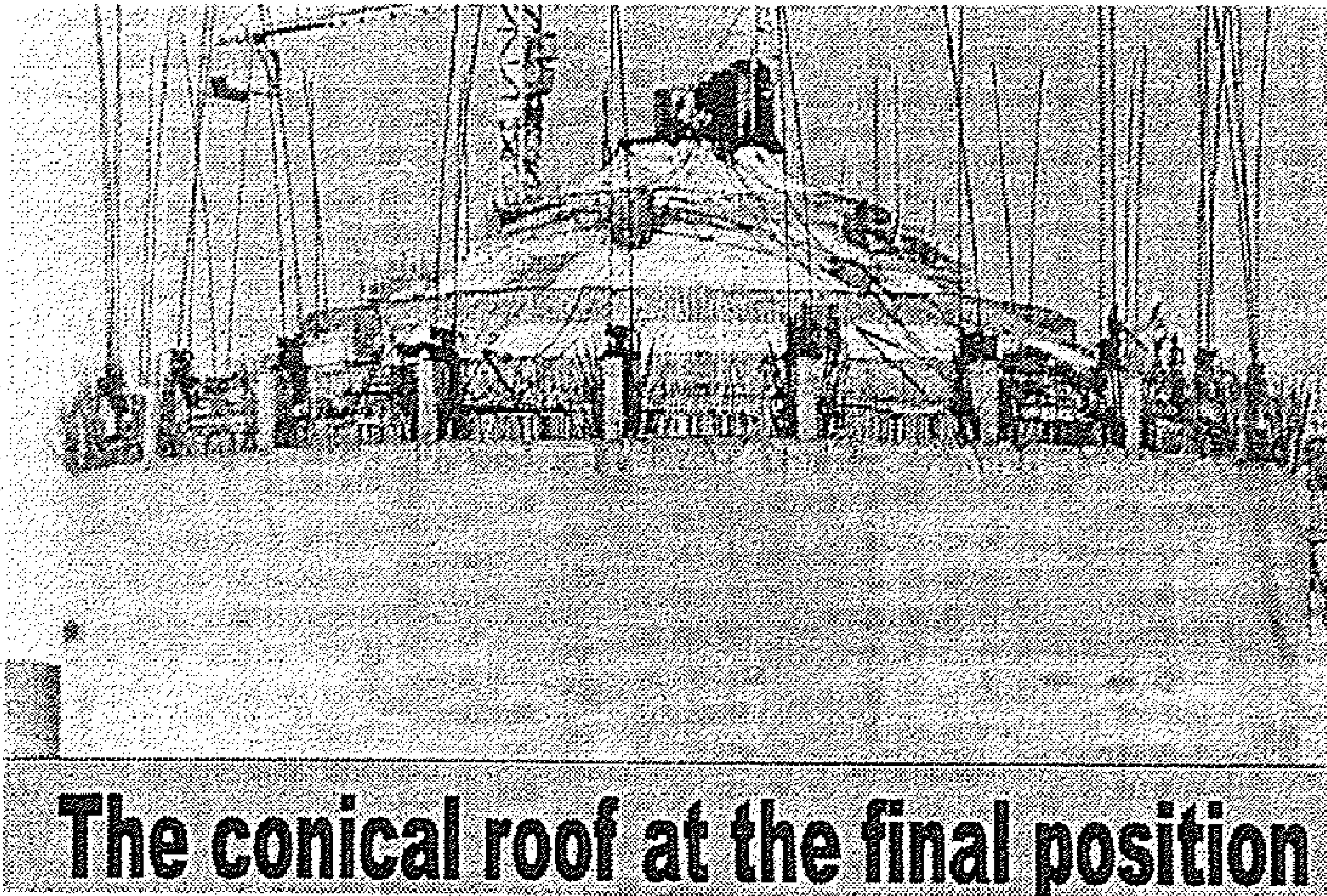
مخطط يبين عملية رفع السقف



عمل كابولي خرساني صغير لتركيب الروافع الهيدروليكية



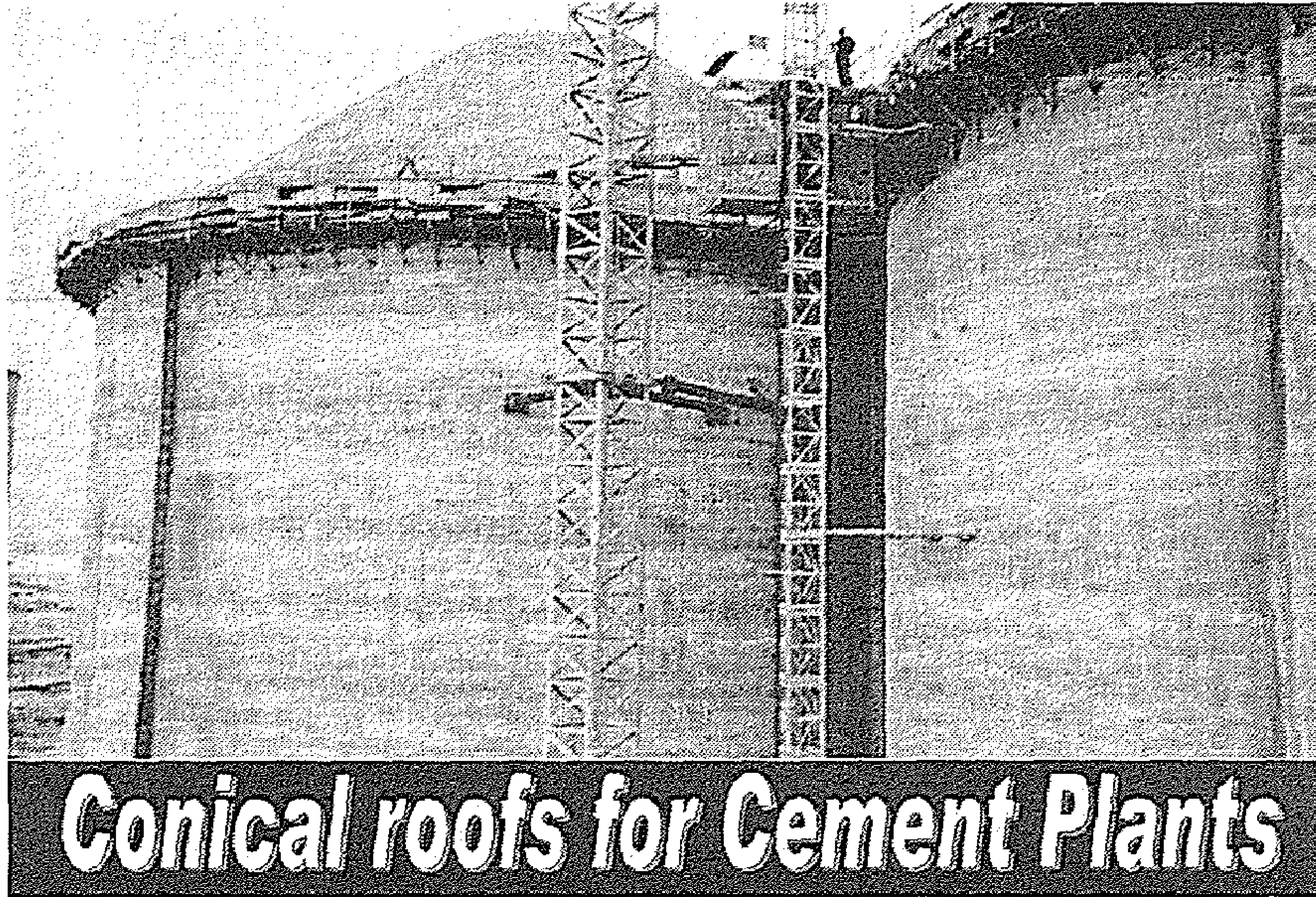
رفع السقف الخرساني لأحواض تخمير الحمأة – الجبل الأصفر – عقد ١٦



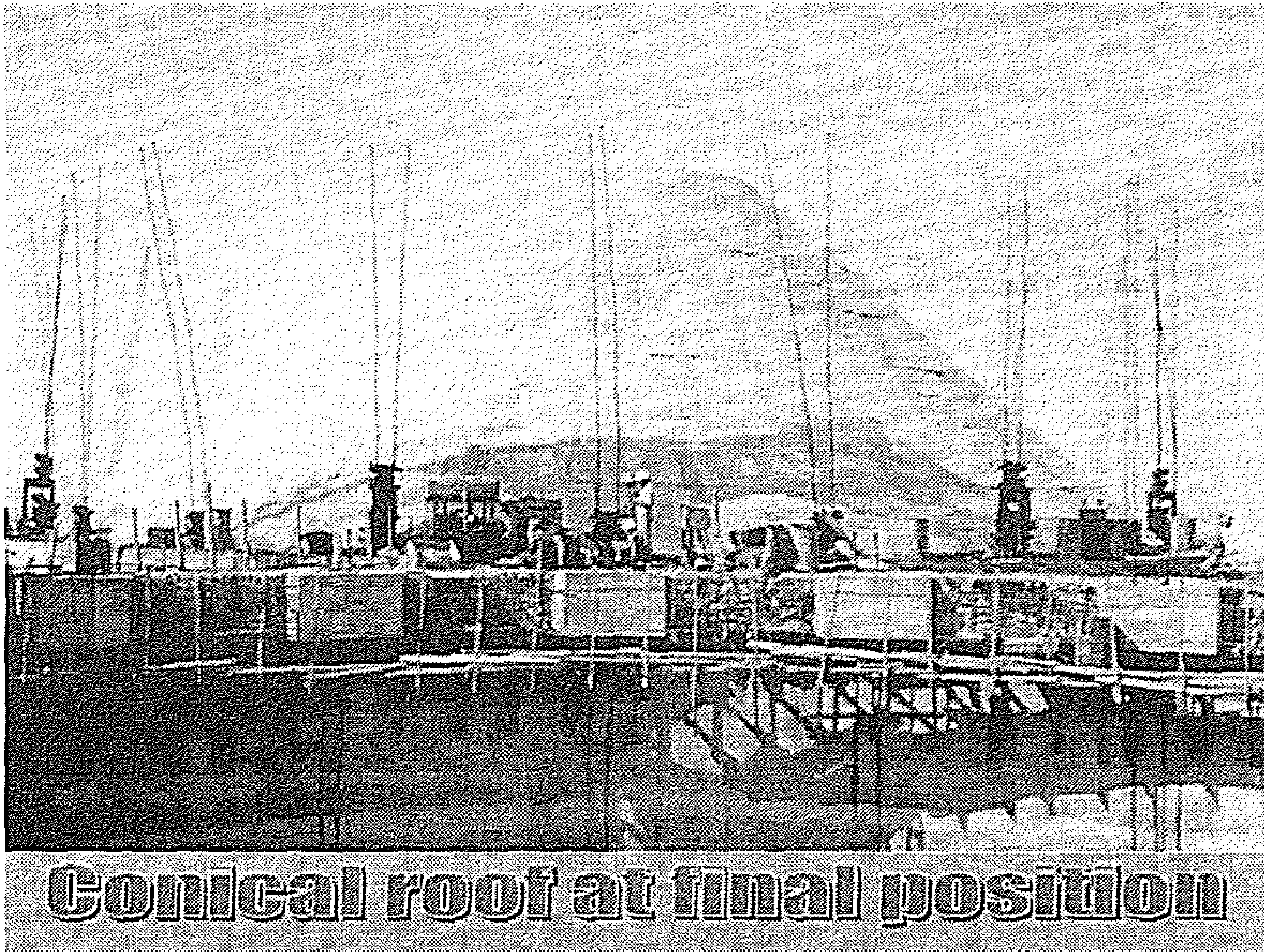
شكل (٦) السقف الخرساني في مرحلة الأنتهاء

٣ - صوامع الأسمنت :

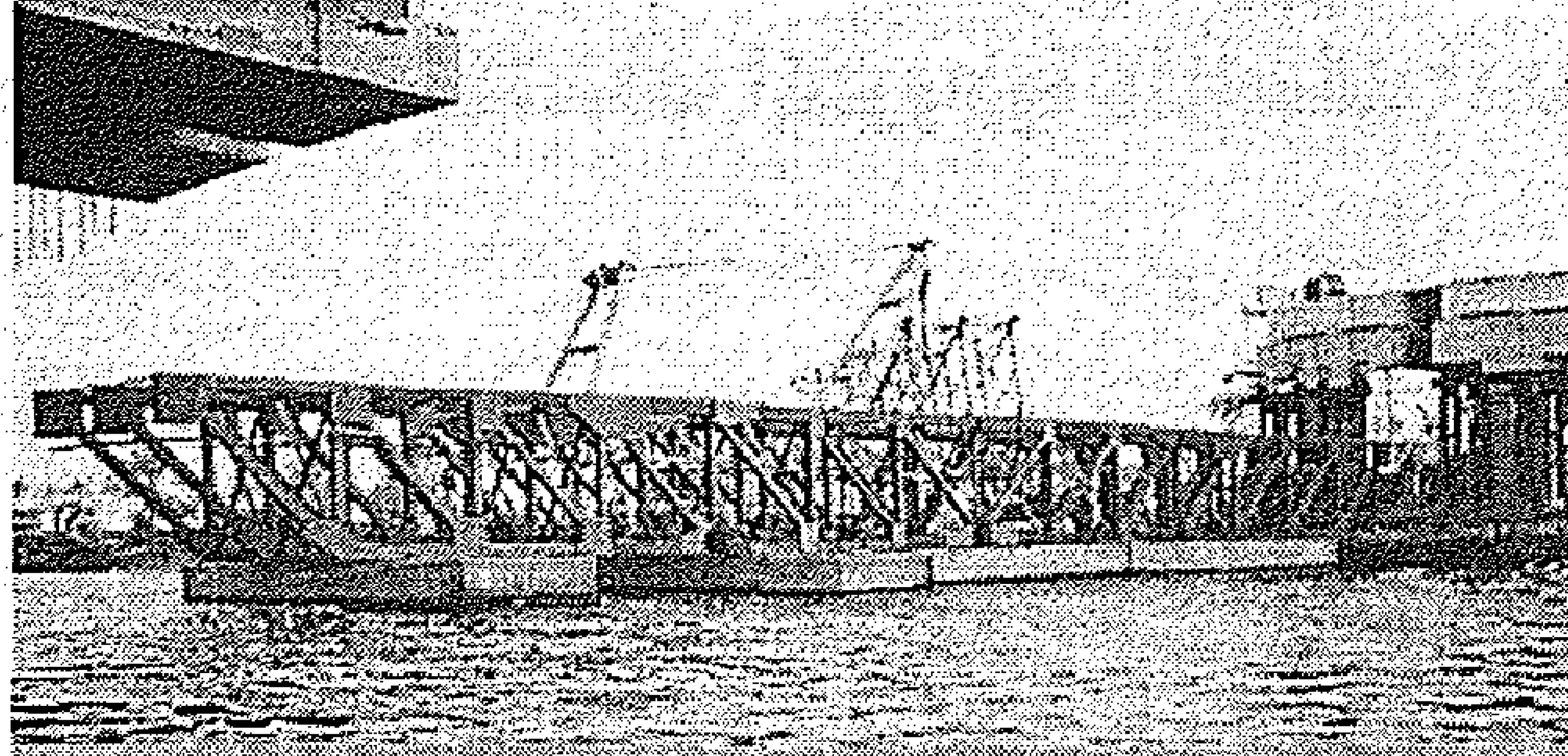
شكل (٧) .

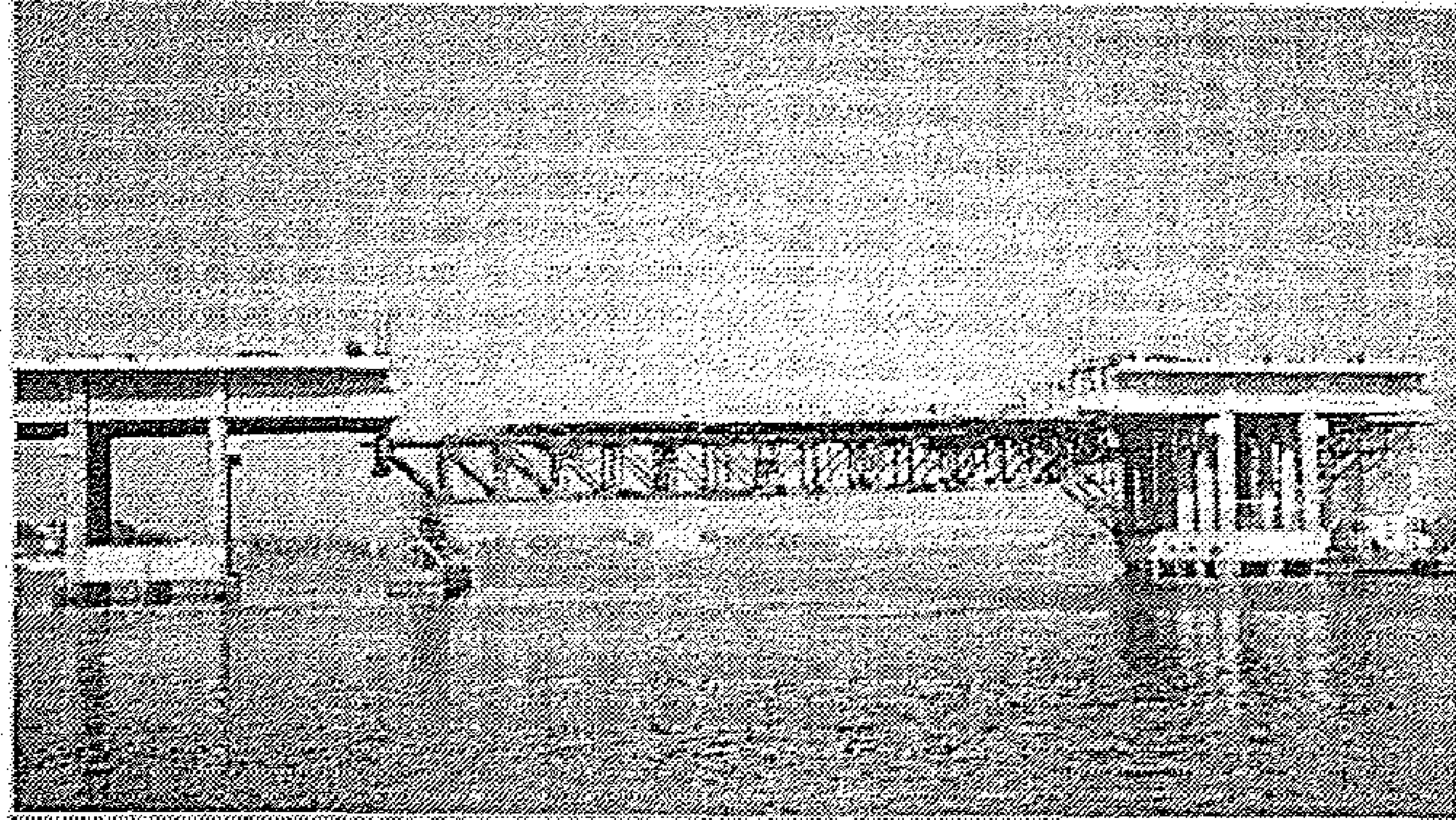


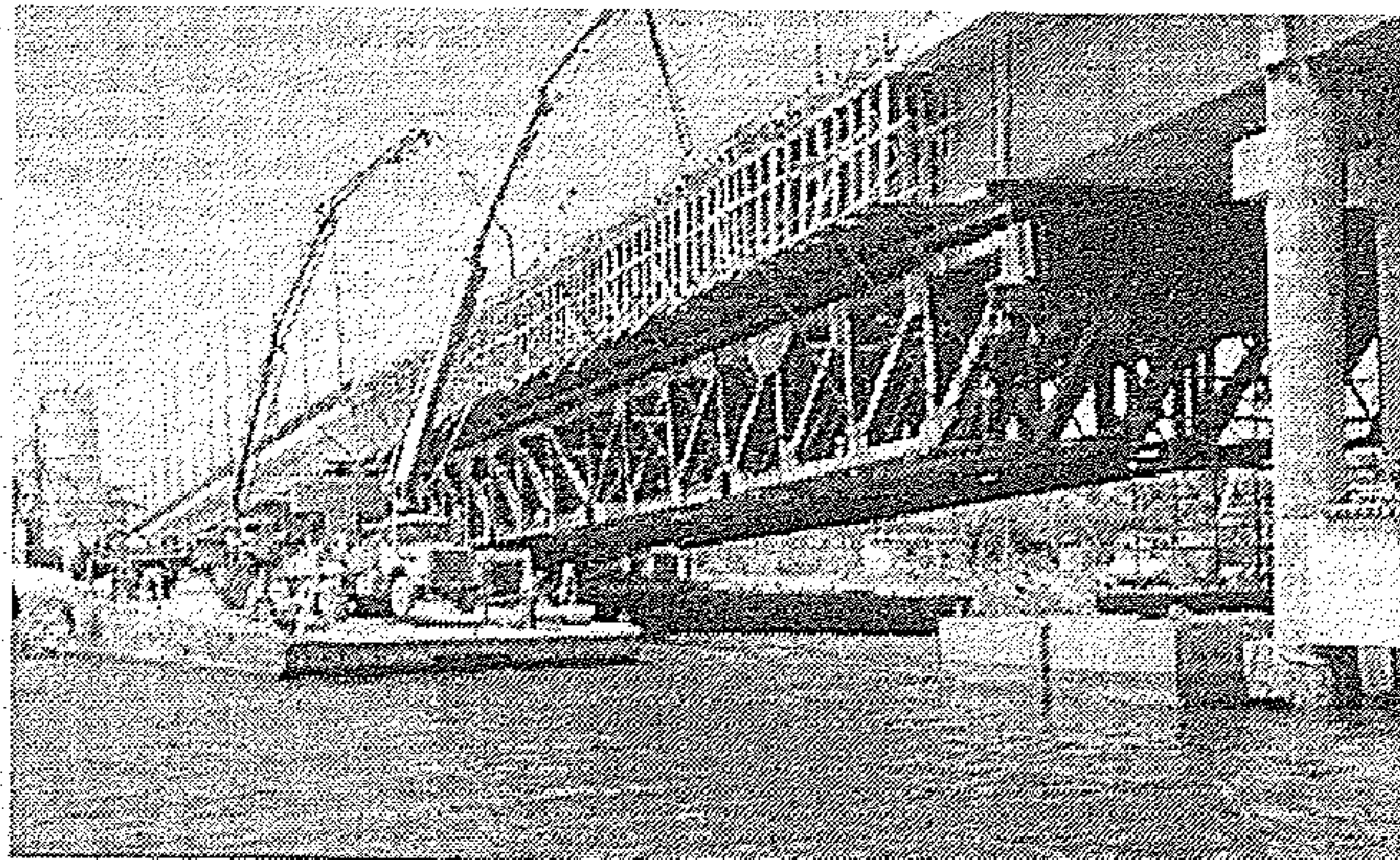
رفع أسقف خرسانية مخروطية لصوامع الأسمنت



شكل (٧) رفع سقف الصومعة في المكان النهائي







رفع كمرة مع صب الخرسانات لباكية أحد الكباري – الوزن ١٢٠٠ طن
جمهورية مصر العربية

معدلات العمل للخزانات والأسقف المخروطية والمنشآت المعدنية :

١ – معدل تركيب وفك المعدات لكل خزان ، حوالي ١٠ أيام .

٢ – معدلات الرفع تتراوح بين ٥٠ – ٨٠ سم / ساعة .

٣ – معدل صب الكمرة الحاملة للخزان بعد الرفع ، حوالي ٣ أسابيع (لأعمال النجارة والحدادة وصب الخرسانة والوصول إلى الأجهاد المطلوب) .

وعلي سبيل المثال : يحتاج خزان سعته ١٠٠٠ م٣ ، إلى حوالي شهر واحد للتركيبات والرفع إلى منسوبة النهائي ، مع ملاحظة أن حامل الخزان ، يتم تنفيذه بطريقة الشدات المنزلقة ، وفوق هذا الحامل ، يتم إنشاء الأعمدة والديسك الخاص بأعمال الرفع .

إنشاء قواعد دعامات الكباري

Construction of Under Water Pile Cap Using Sinking Technique and Lift Slab System

تنفيذ هامة الخوازيق بواسطة تكنولوجيا الرفع الثقيل :

وقد تم استحداث نظام جديد للتنفيذ باستخدام تقنية الرفع الثقيل ، هذه التقنية تم اختراعها بواسطة مهندسين مصريين . تقوم هذه الفكرة علي تنفيذ ٧٥ % من القاعدة Cap فوق سطح الماء بحوالي ١ متر ، ثم يتم تغويص القاعدة إلى منسوبها النهائي ثم استكمال صب النسبة المتبقية ٢٥ % في ظروف جافة تماما وتحت الضغط الجوي العادي . يستخدم الجزء المصبوب تحت الماء – السابق ذكره – في ربط جسم القاعدة بالخوازيق .

خطوات التنفيذ :

أولا : الجزء أعلي سطح المياه :

١ – تنفذ الخوازيق داخل المجري المائي وعلي المحاور التصميمية مع مراعاة ترك ٥٠ سم من الغلاف المعدني للخوازيق خارج سطح الماء .

٢ – تركب كمرة معدنية علي شكل حرف T علي المحور الرأسي لكل خازوق ثم يتم صب خرسانة عادية بارتفاع ٥٠ سم حول قائم الكمرة المعدنية السابقة

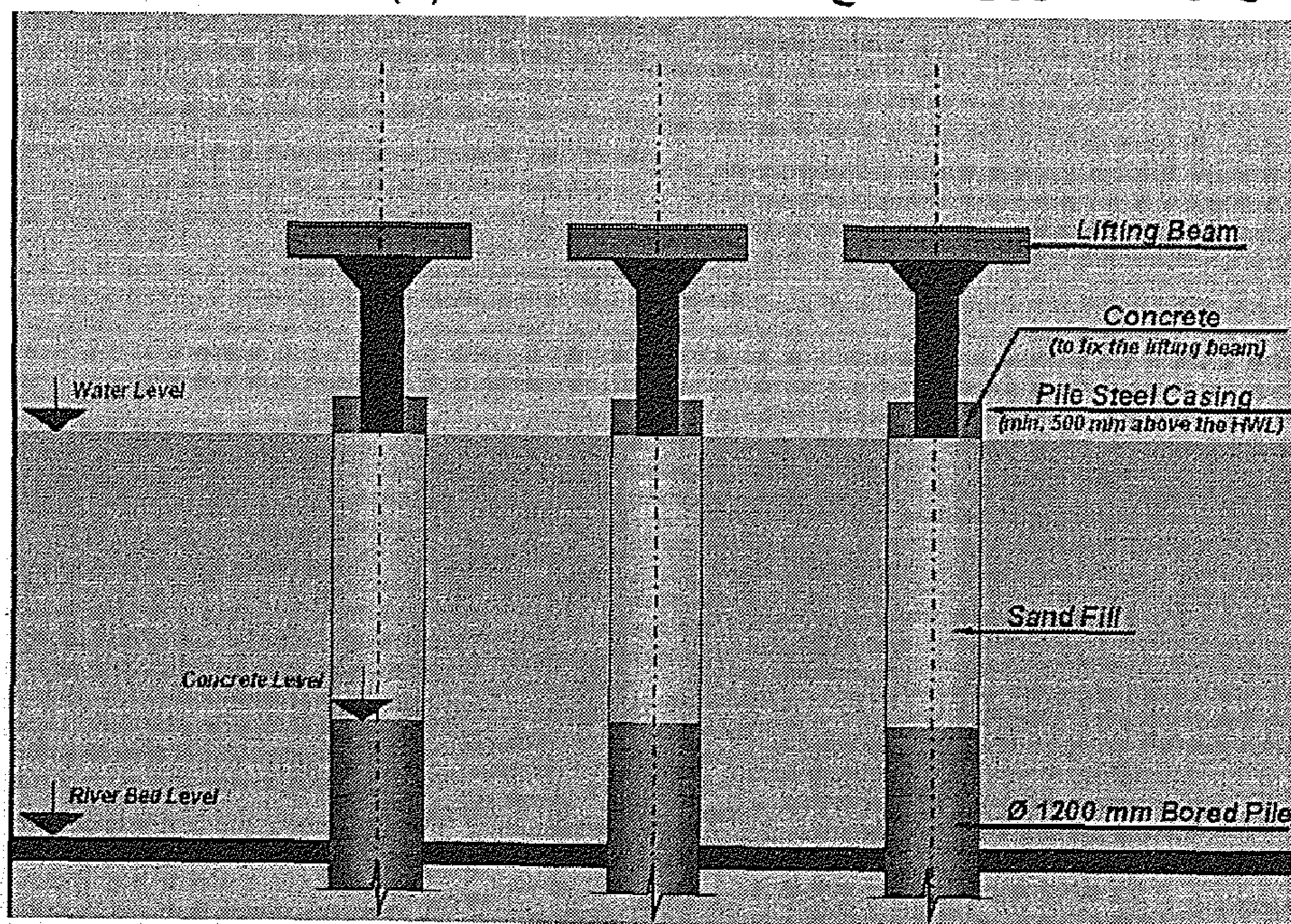
لتثبيتها داخل الفراغ العلوي للخازوق . هذه الكمرة سيتم تعليق وتثبيت الروافع عليها .

٣ – يتم رص كمرات معدنية فوق رؤوس الخوازيق وعمل الشدة اللازمة لصب القاعدة بالأبعاد التصميمية مع ترك فتحات للخوازيق .

٤ – نبدأ في صب القاعدة وجزء من الأعمدة الحاملة للكوبري بحيث يكون نهاية هذا الجزء من الأعمدة أعلي من سطح المياه بعد تغويص القاعدة ثم تحقن مواد عازلة بين جسم الخازوق والقاعدة .

٥ – بعد تثبيت مهمات الرفع ، تبدأ الروافع في رفع القاعدة ويتم أزالة الشدة

٦ – تبدأ الروافع في إنزال القاعدة حتى منسوب سطح الماء . يتم تثبيت ماسورة معدنية فوق كل خازوق بقطرأكبر من قطر الخازوق لخلق فراغ للتشغيل حول رأس كل خازوق – تتابع أعمال التنفيذ – شكل (٨) .



١ – صب الخوازيق مع ترك الغلاف الخارجي المعدني

٢– مد الماسورة لأعلي ٥٠ سم فوق سطح المياه

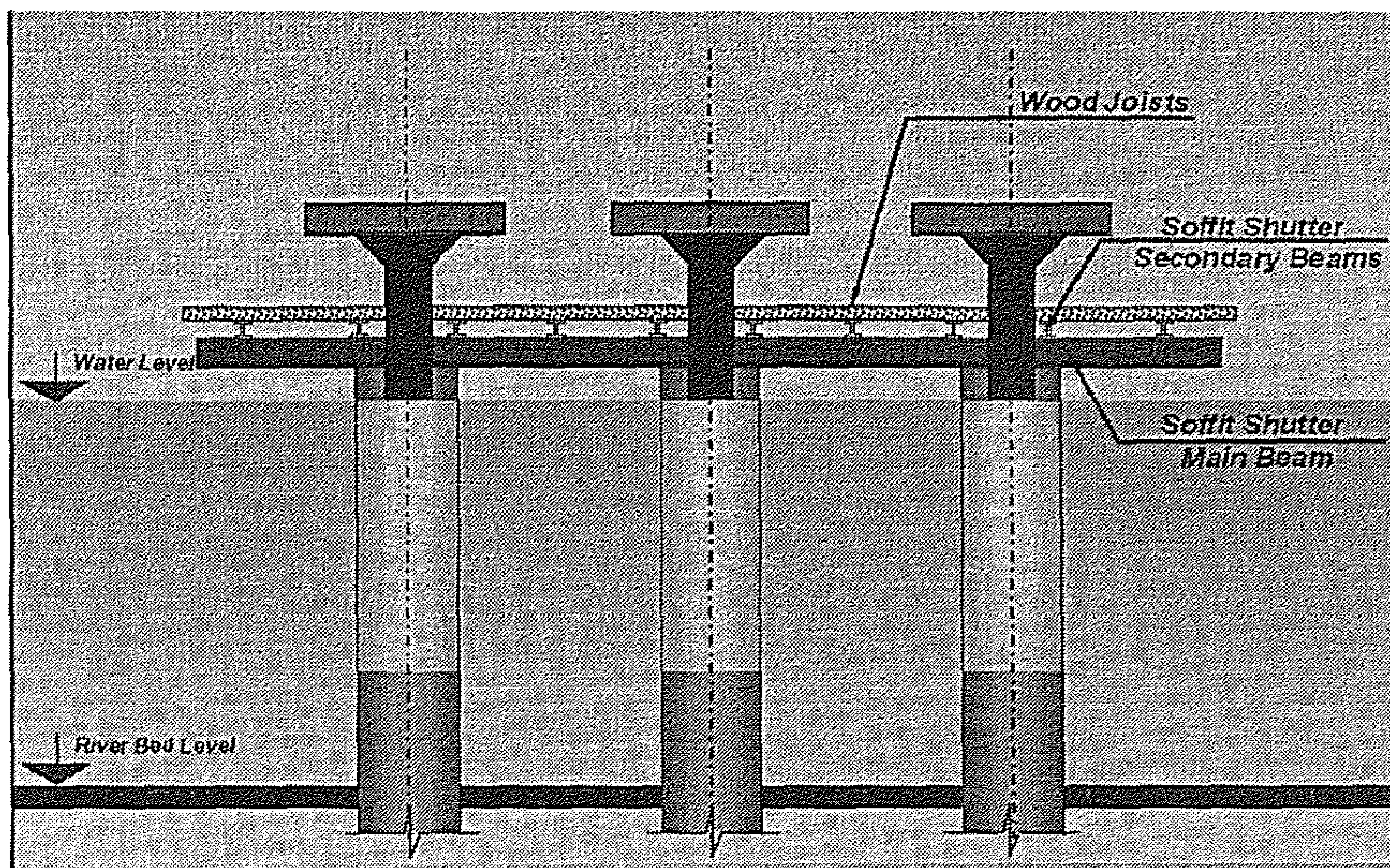
٣ – ملء رمال فوق خرسانة الخازوق .

٤ – وضع ماسورة رأسية قطر ٥٠ سم فوق منتصف كل خازوق .

٥ – صب خرسانة عادية فوق الرمال وحول الماسورة.

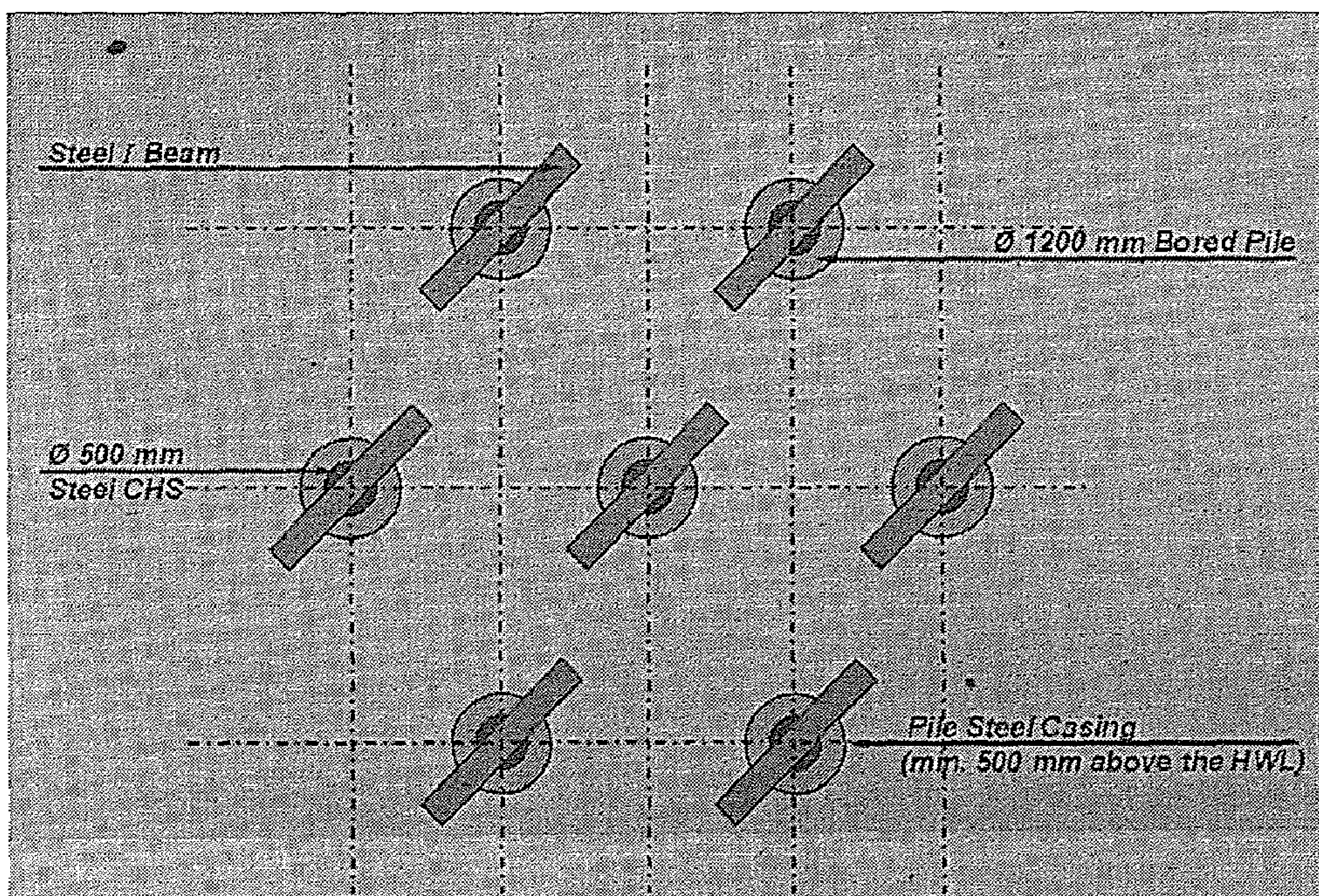
٦ – وضع كمرات أفقية فوق الماسورة لتركيب الروافع

الخطوة الأولي



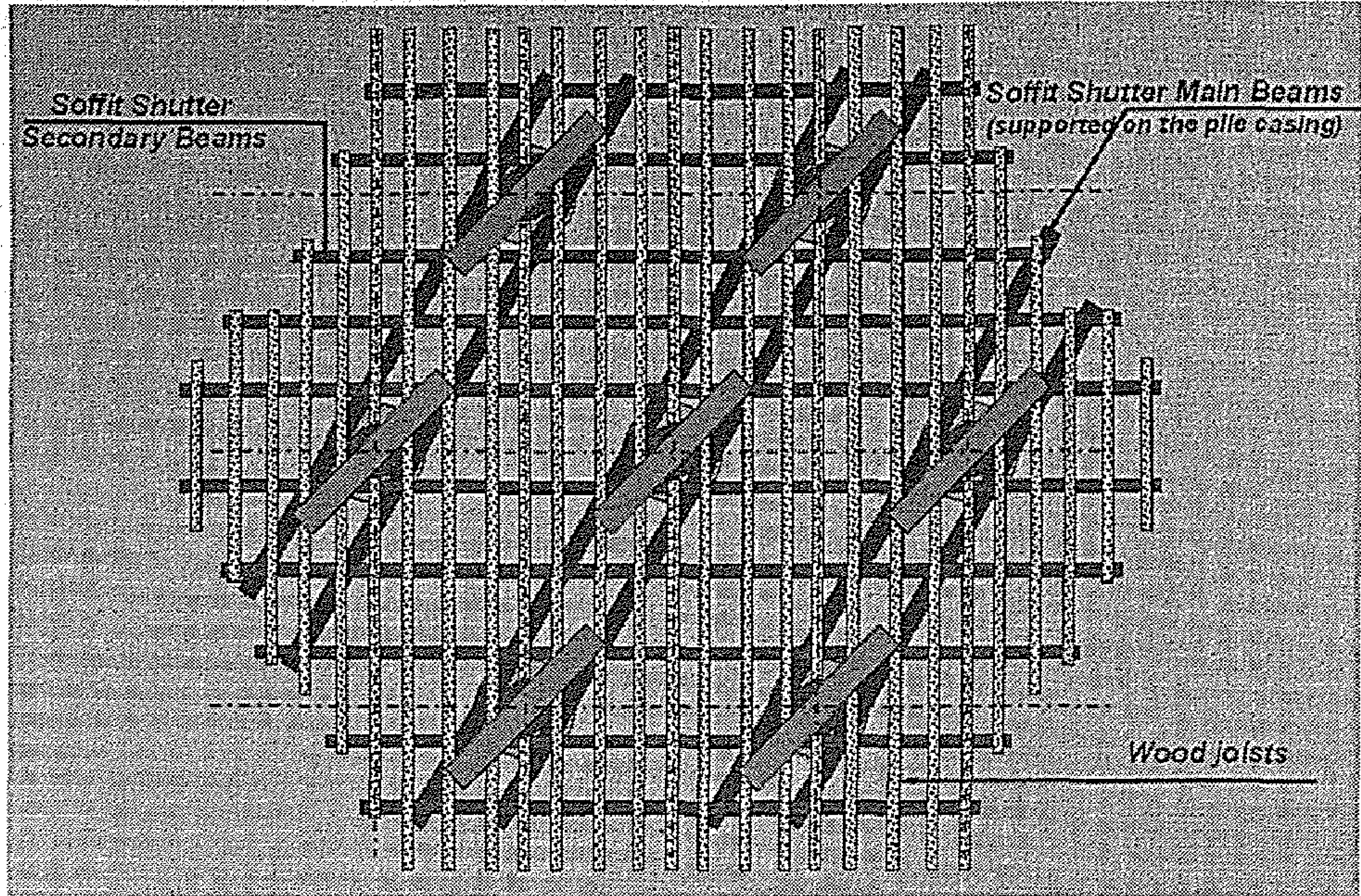
عمل شدة تطريح كمرات حديد وخشب فوق الخرسانة العادية لعمل الهامة

الخطوة الثانية



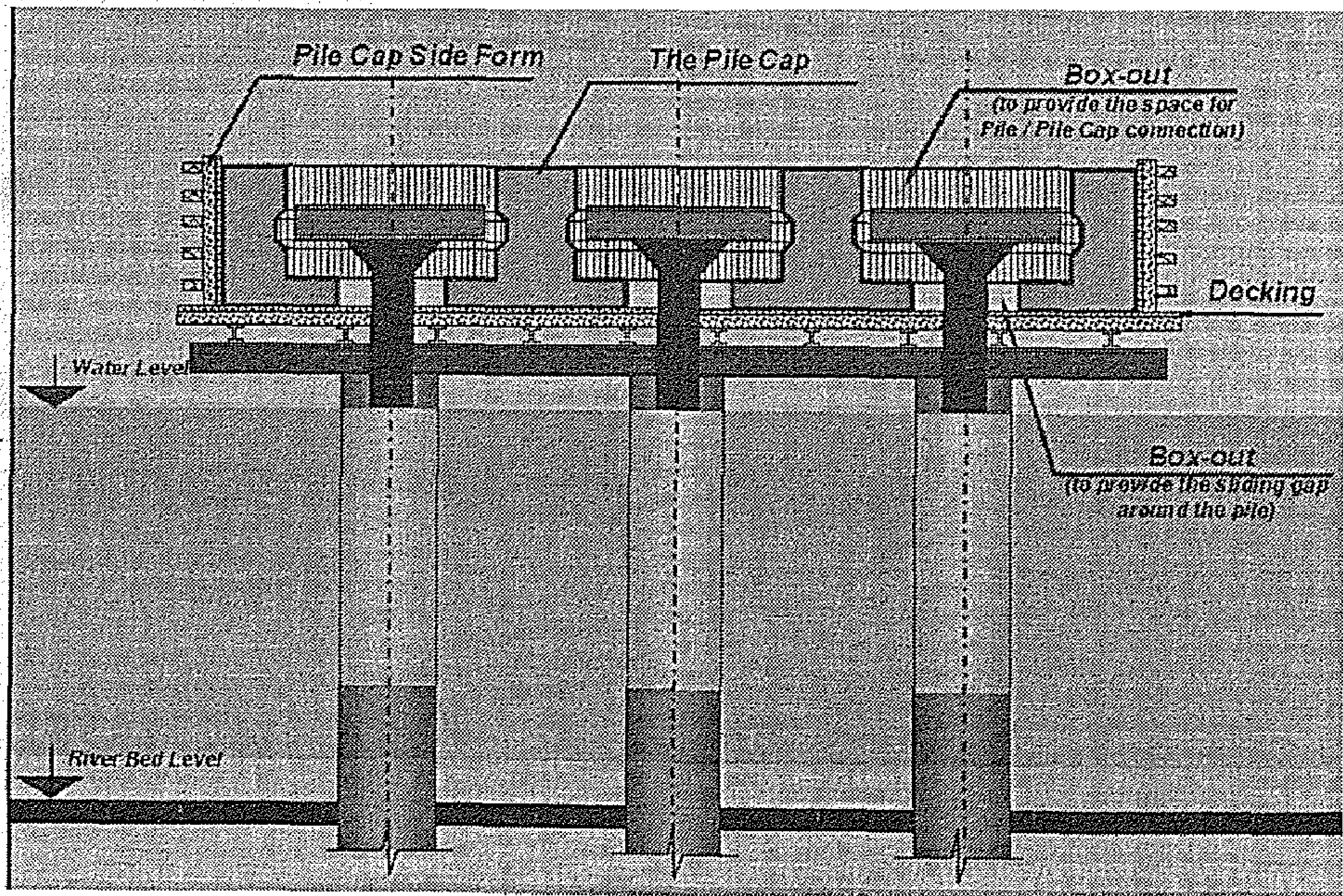
شكل الكمرات الحديد مع المواسير

الخطوة الثالثة



توزيعات الشدة الخشبية مع الكمرات المعدنية الحاملة

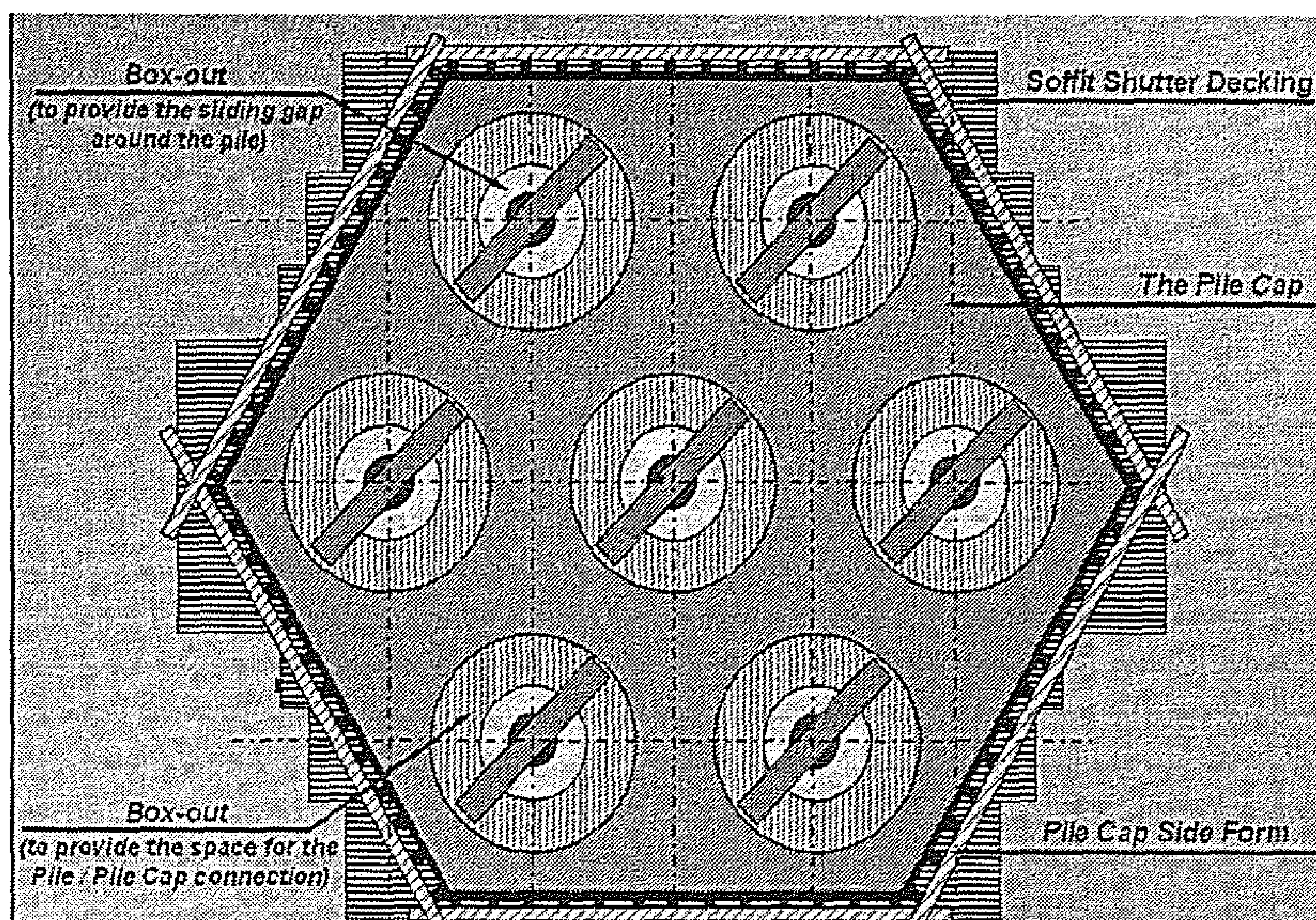
الخطوة الرابعة



١ – عمل الشدات الجانبية الخارجية لهامة الخوازيق

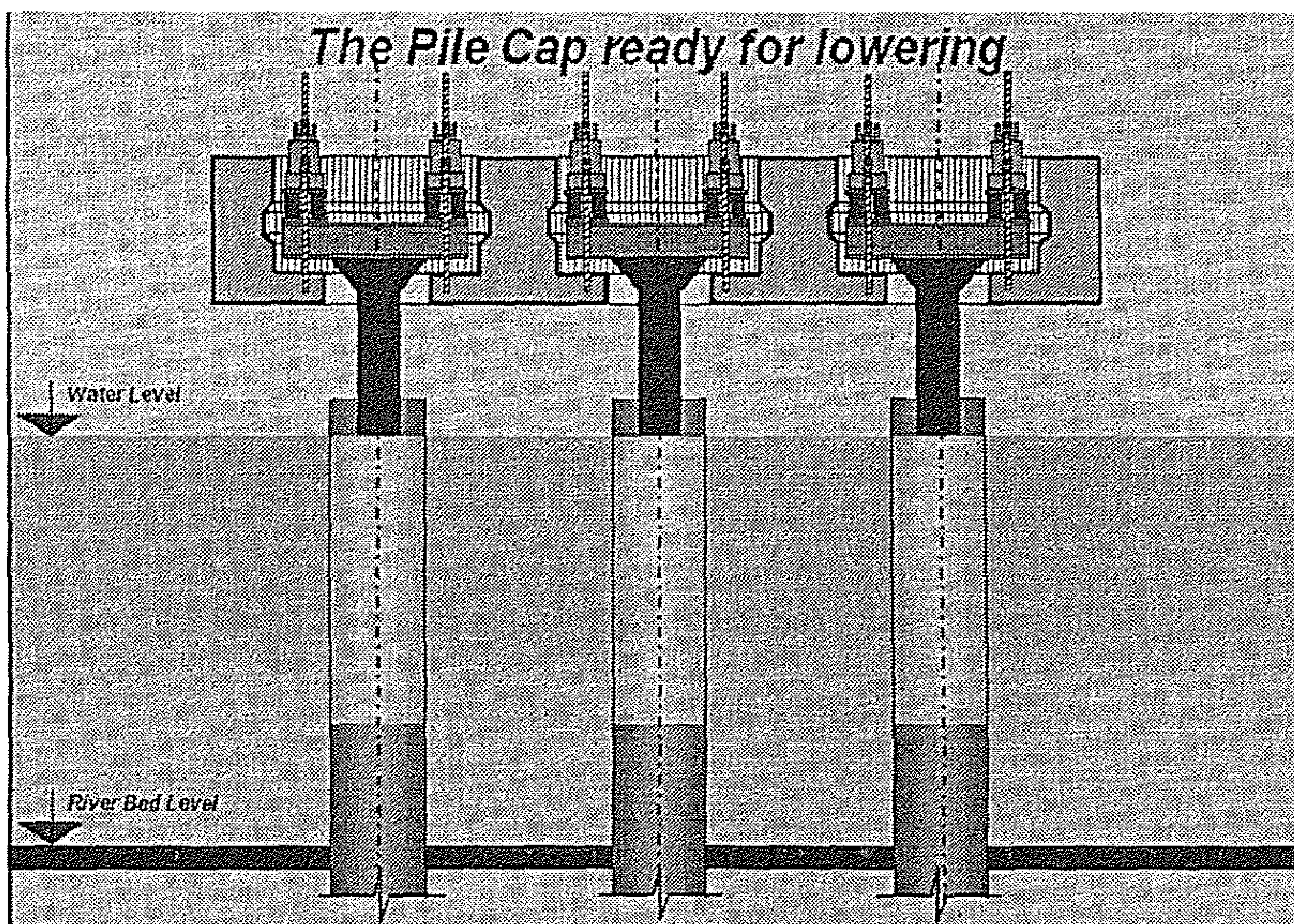
٢ – عمل صندوق عازل حول كل خازوق لخلق فراغ حول الروافع

الخطوة الخامسة



مسقط أفقي لهامة الخوازيق

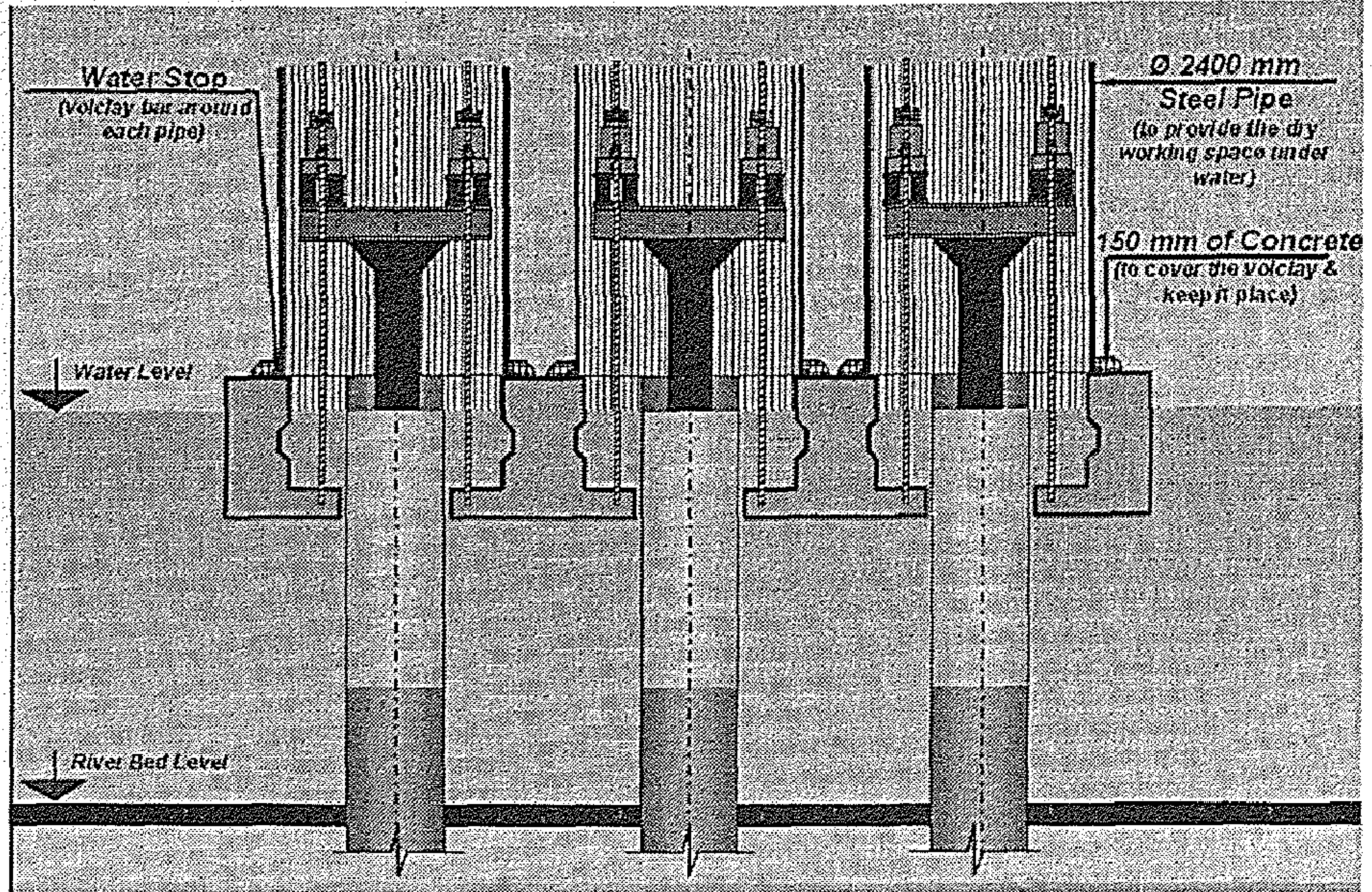
الخطوة السادسة



١ – تسليح وصب هامة الخوازيق ثم رفعها بالروافع

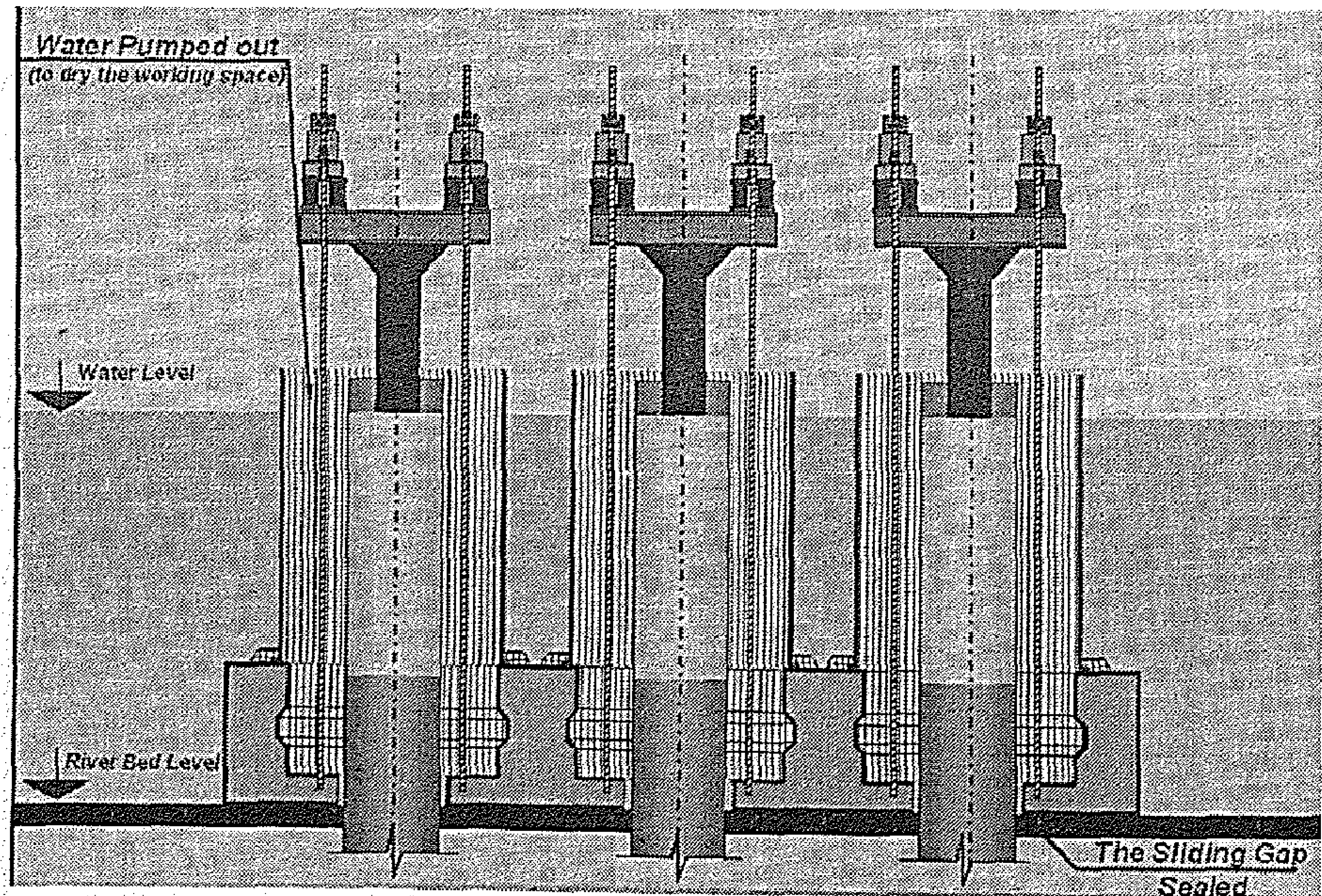
٢ – نزع وأزالة الشدة أسفل الهامة

الخطوة السابعة



١ – تثبيت وعمل ماسورة قطر ٢,٤ م حول كل خازوق مع عزلها تماما من الخارج قبل النزول تحت سطح المياه لحماية الروافع

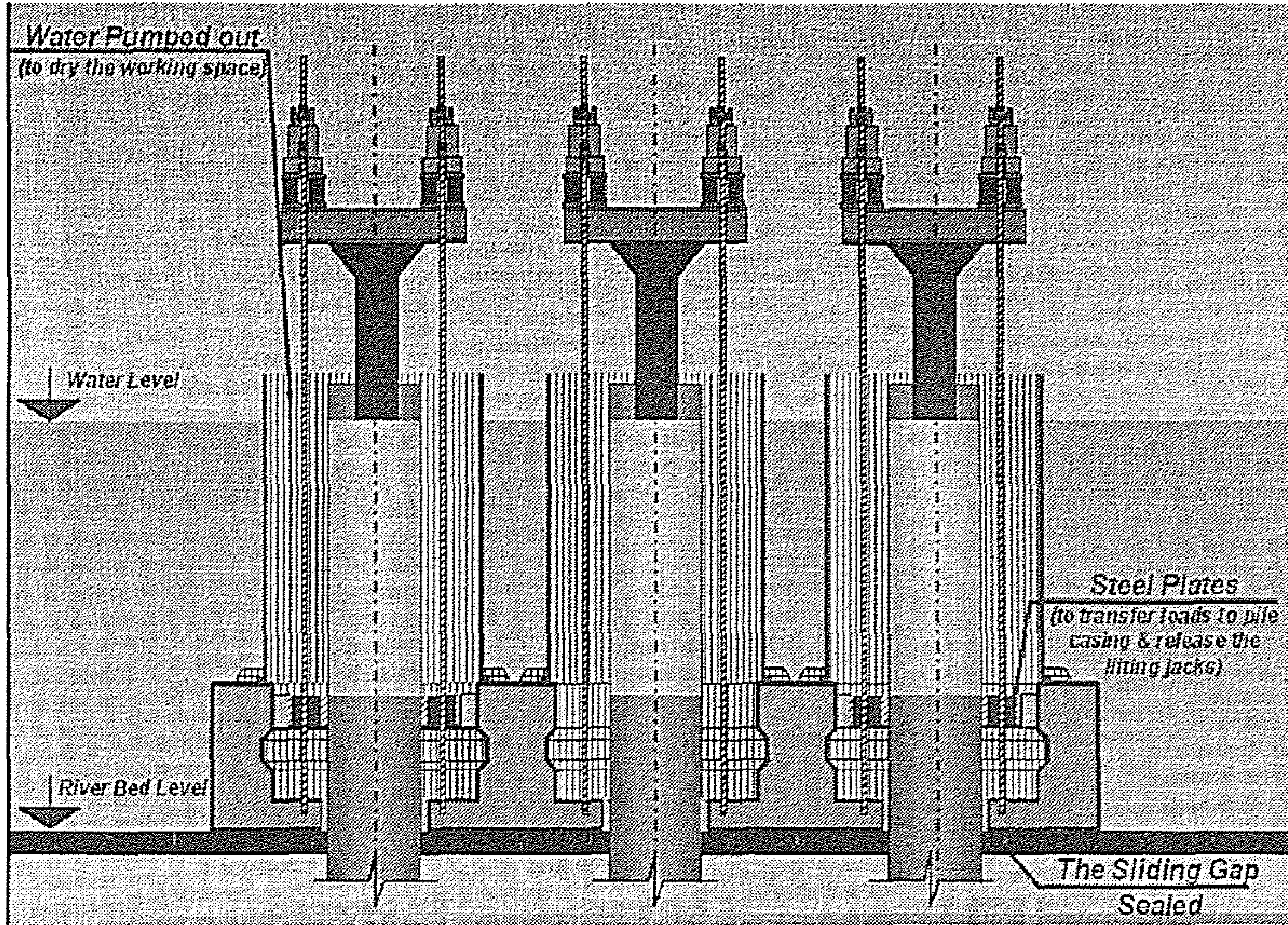
الخطوة الثامنة



١ – تنزيل هامة الخوازيق الي منسوبها النهائي

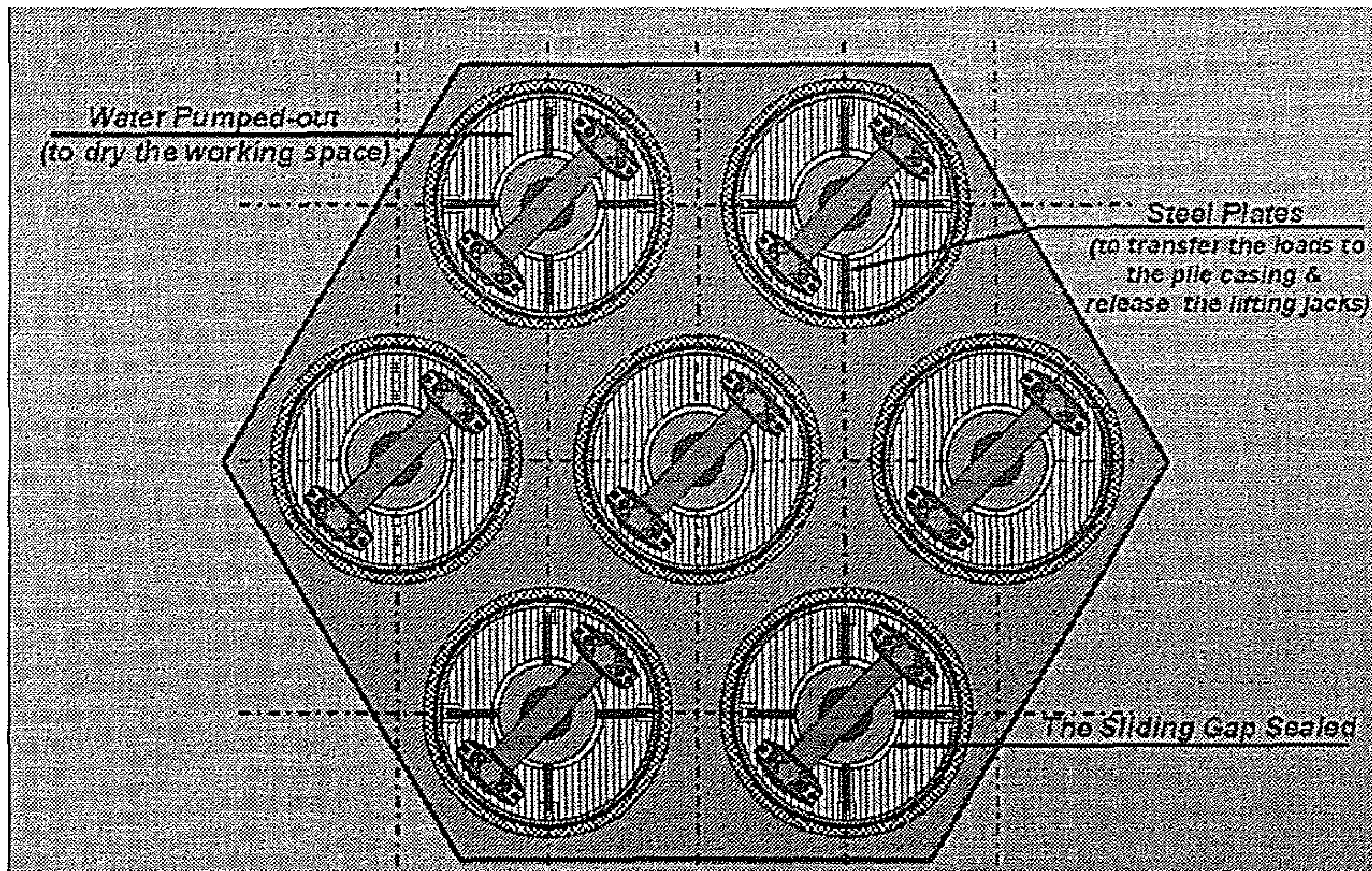
٢ – عزل الفراغ الموجود بين الخازوق والهامة

الخطوة التاسعة



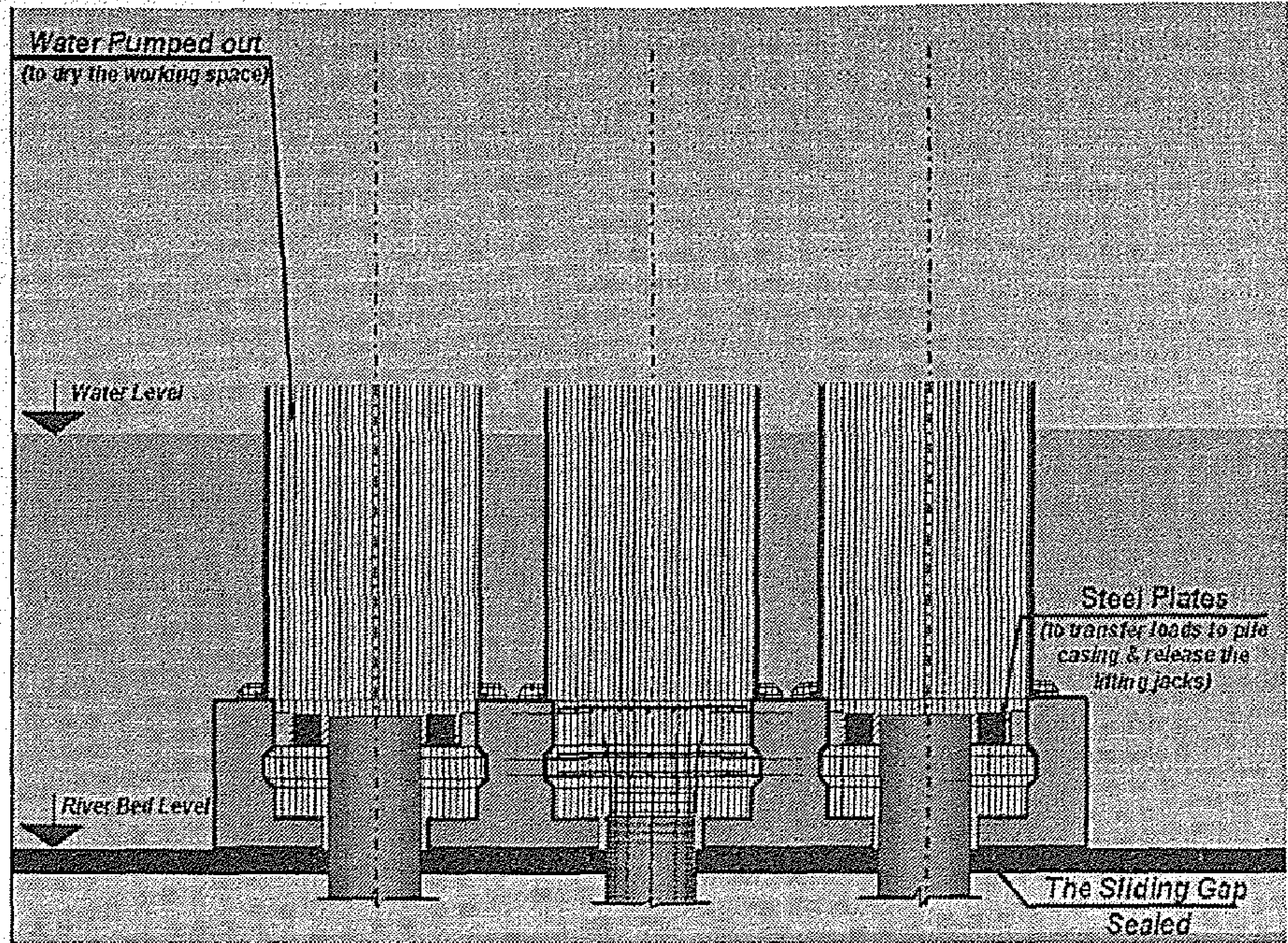
لحام ٤ شرائح معدنية حول كل خازوق لحمل وتثبيت الهامة بالخوازيق

الخطوة العاشرة



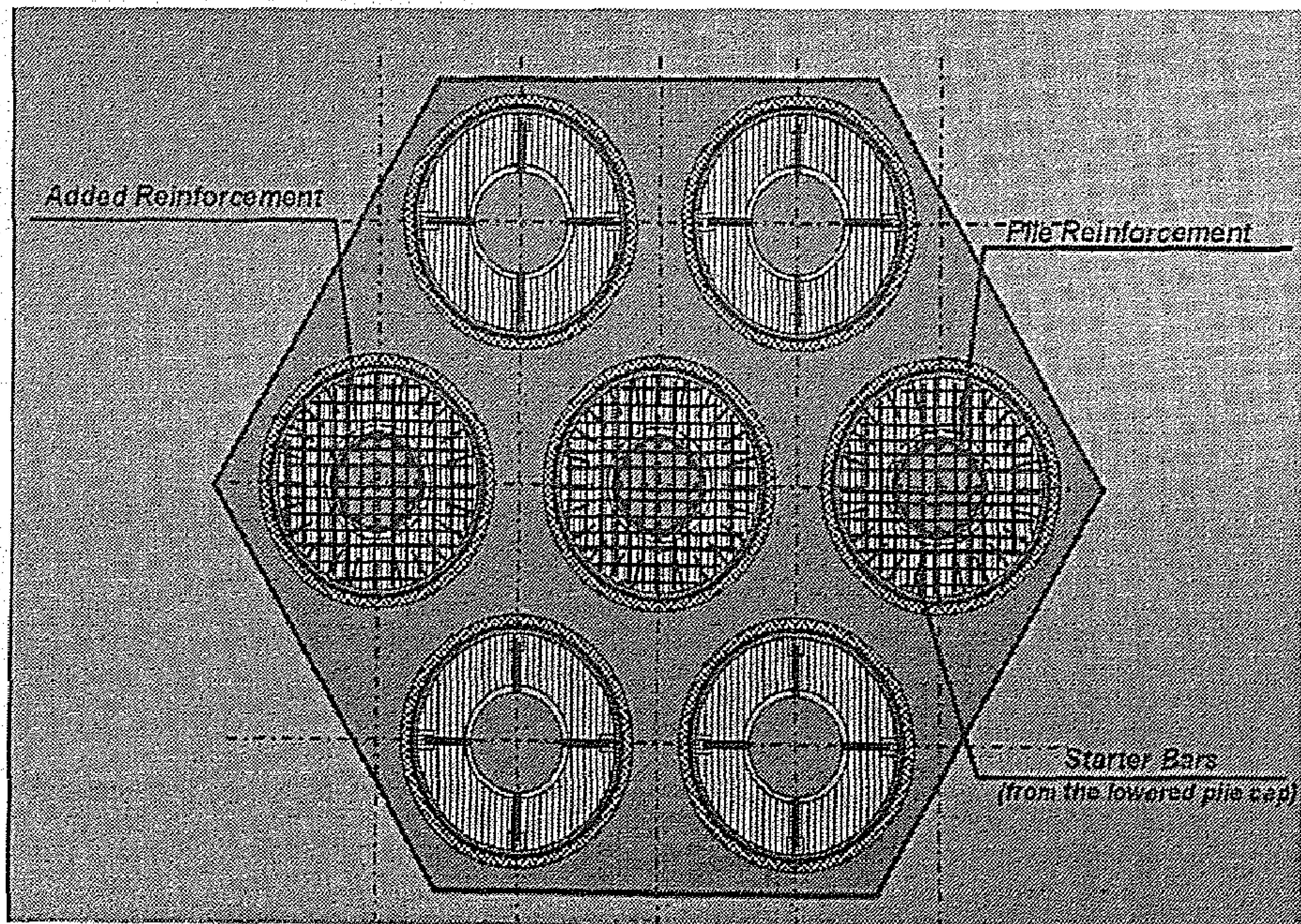
نزح المياه من كل خازوق

الخطوة الحادية عشر



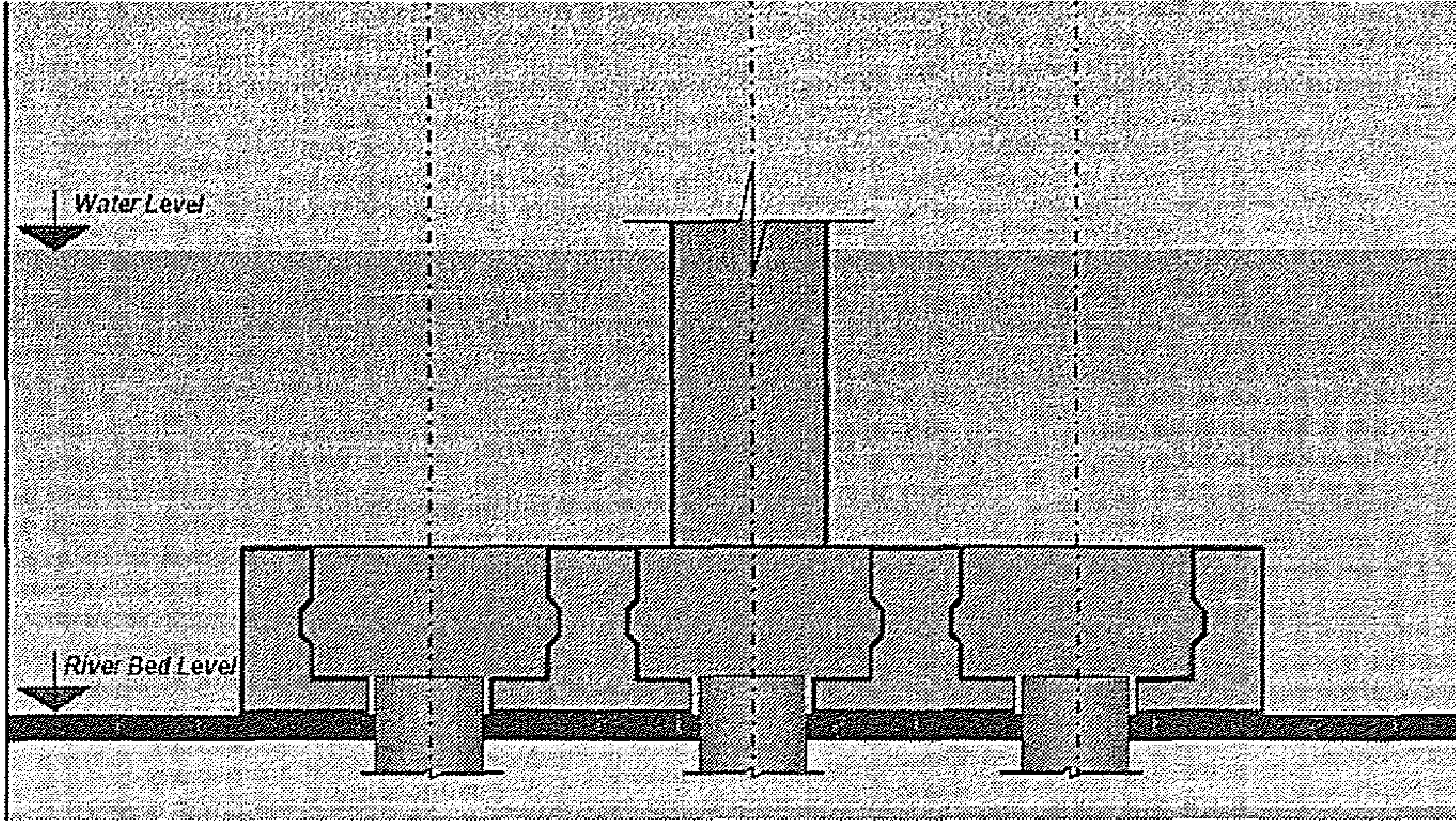
أزالة الروافع تكسير هامات الخوازيقَ لأظهار حديد التسليح

الخطوة الثانية عشر



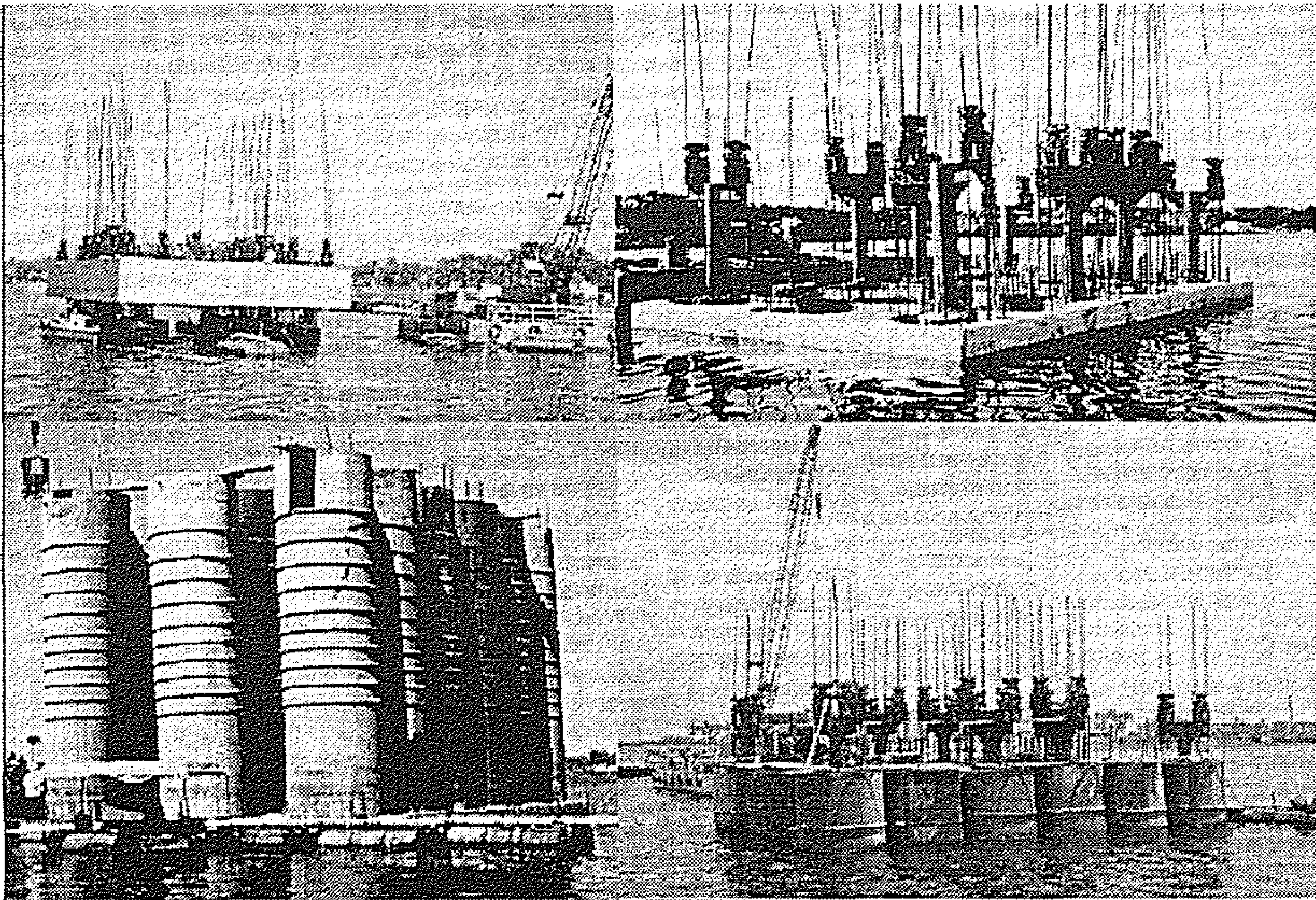
تسليح هامة الخوازيق

الخطوة الثالثة عشر



صب باقي هامة الخوازيق وعمود أرتكاز الكوبري

الخطوة الرابعة عشر



تنفيذ أساسات الكوبري علي نهر النيل – منفذة علي الطبيعة – جمهورية مصر العربية

شكل (٨)

تتابع تنفيذ هامة الخوازيق تحت الماء

ثانيا : الجزء تحت سطح الماء :

١ – استكمال تنزيل القاعدة إلي المنسوب النهائي لها تحت الماء.

٢ – بعد قفل الفراغ بين الخوازيق والقاعدة ، يتم تجفيف الماء من داخل القاعدة.

٣ – لحام ألواح معدنية لربط القاعدة بالغلاف الخارجي المعدني للخوازيق بعدد كاف لحمل وزن القاعدة .

٤ – فك الروافع الهيدروليكية .

٥ – إزالة الغلاف المعدني للخوازيق وتكسير الهامات وأظهار حديد التسليح – ربط حديد الخوازيق مع حديد القاعدة واستكمال الصب .

ومما يجدر ذكره أن هذه الطريقة توفر ٥٠ % من التكلفة الإجمالية لقواعد الدعامات، و٦٥% من معدلات التنفيذ ، كما تم تنفيذ دعائم كل من كوبري روض الفرج وكوبري ١٥ مايو بهذا الأسلوب .

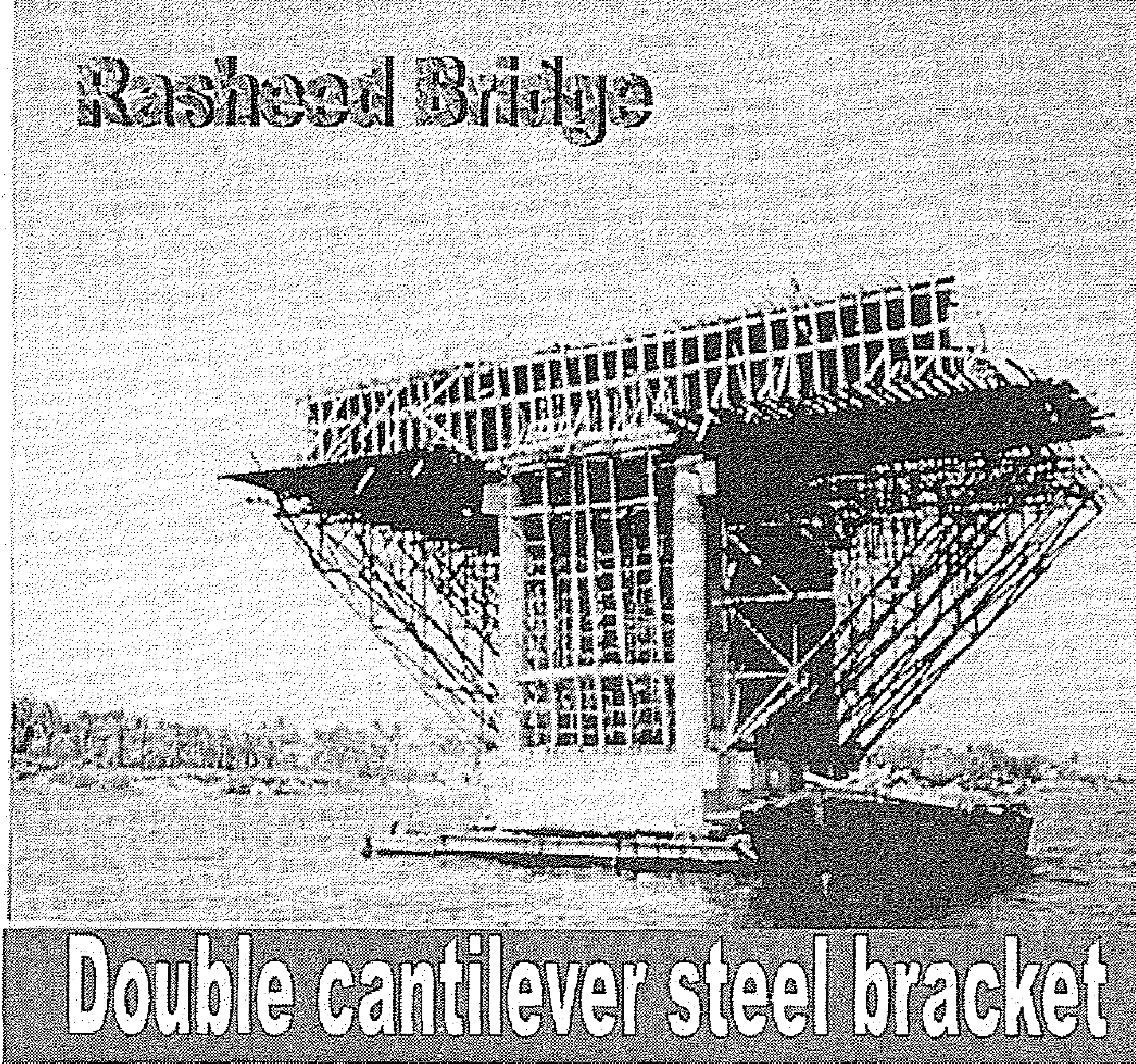
معدلات رفع وتغويص قواعد الكباري:

يتم الرفع بمعدل ٧٥ سم / ساعة ، والتغويص بمعدل ٧٥ سم / ساعة .

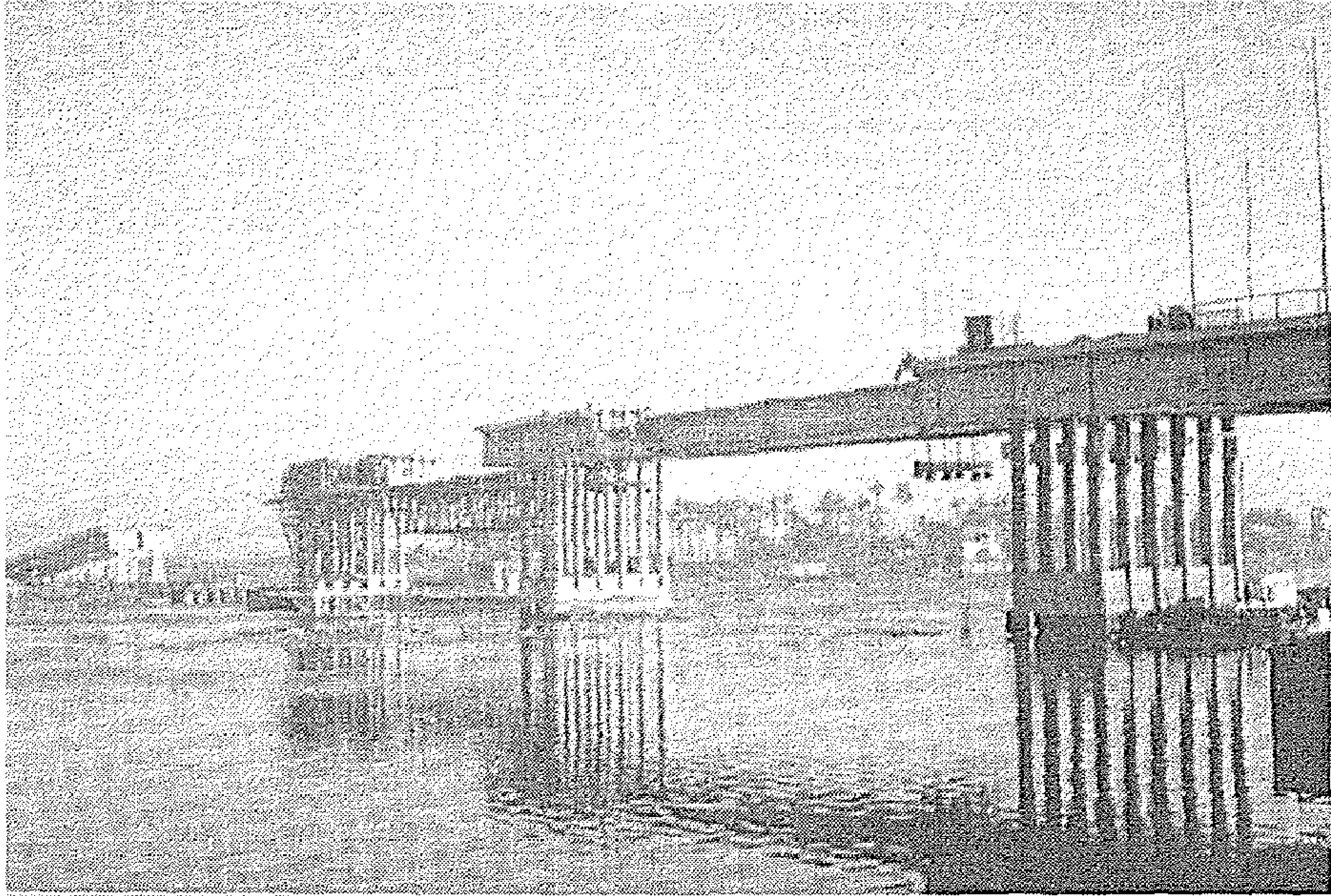
وعلي سبيل المثال : يتم رفع وتغويص قاعدة وزنها ١٠٠٠ طن لعدد ٢٠ خازوق في مده زمنية قدرها شهر واحد علي فترات متقطعة .

مجالات عمل الرفع الثقيل – تصميم وتنفيذ شركة ليفت سلاب مصر

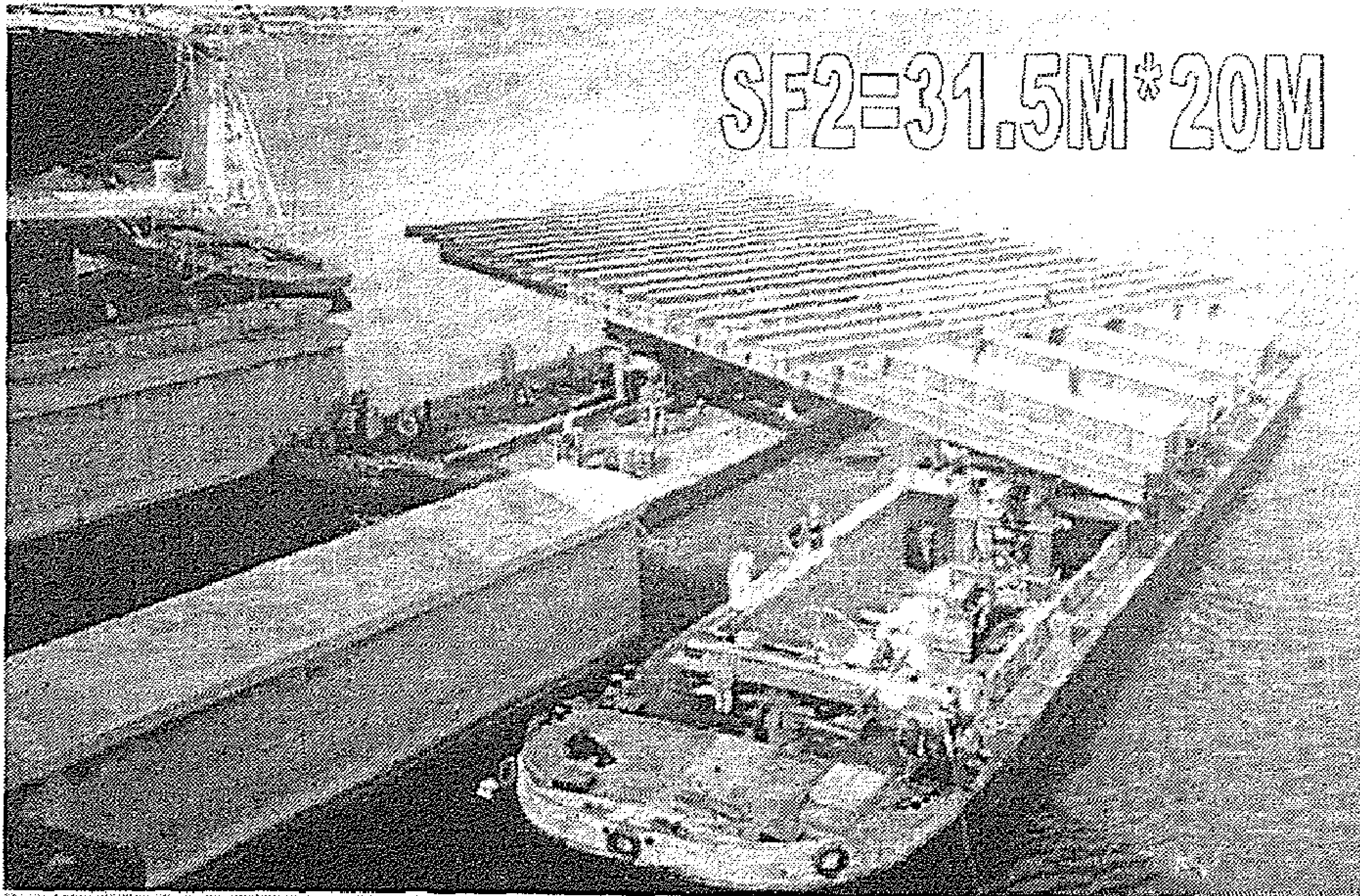




كوبري رشيد – عمل ورفع الشدة المعدنية للكوابيل



الأستعداد لصب بلاطة جديدة



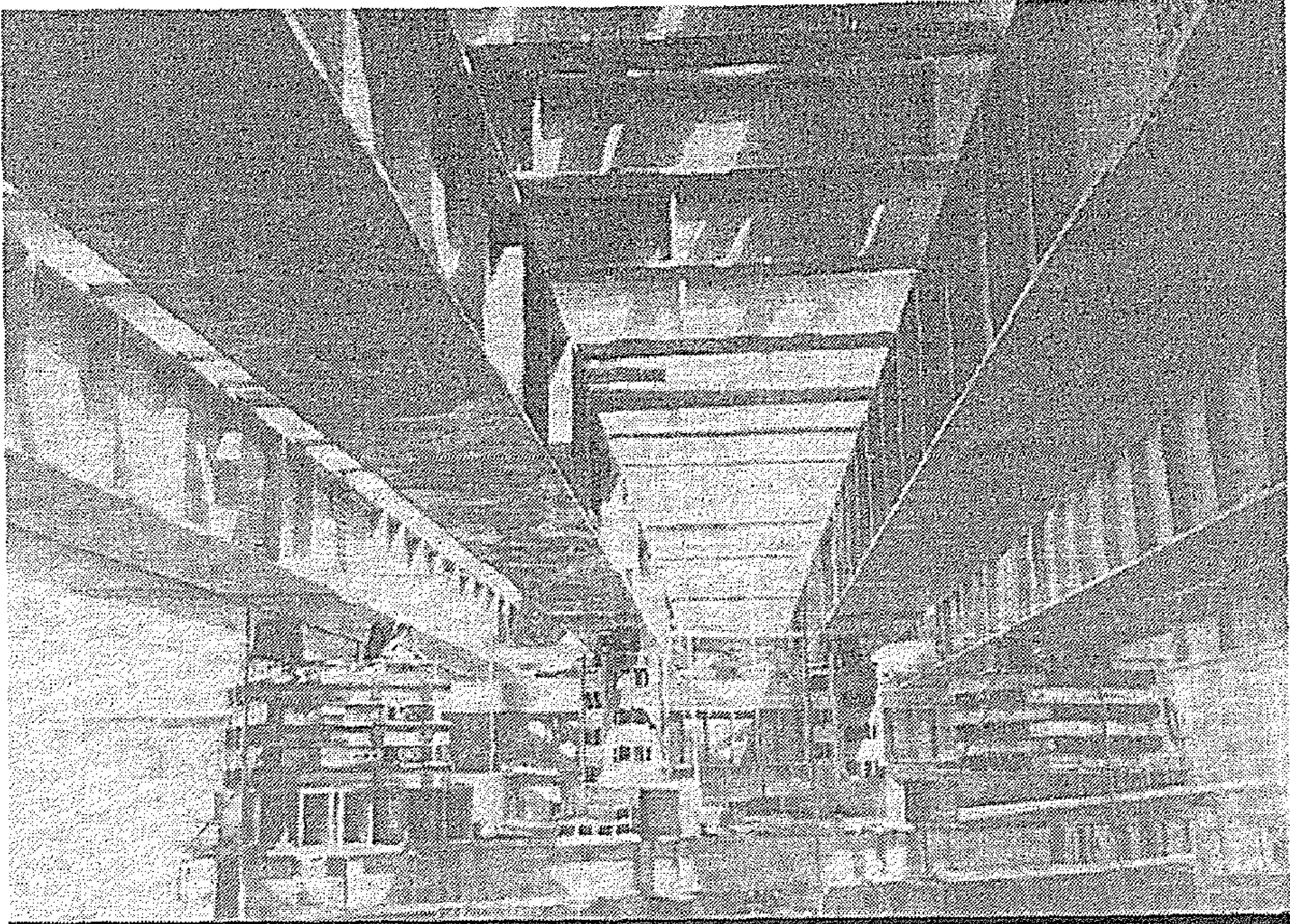
مناورة تركيب الشدة المعدنية تمهيدا لصب خرسانات الكمرات والبلاطات بالكوبري



مناورة تركيب الشدة المعدنية تمهيدا لصب خرسانات الكمرات والبلاطات بالكوبري



رصيف خاص للشدة اللازمة لصب كمرات وبلاطة الكوبري

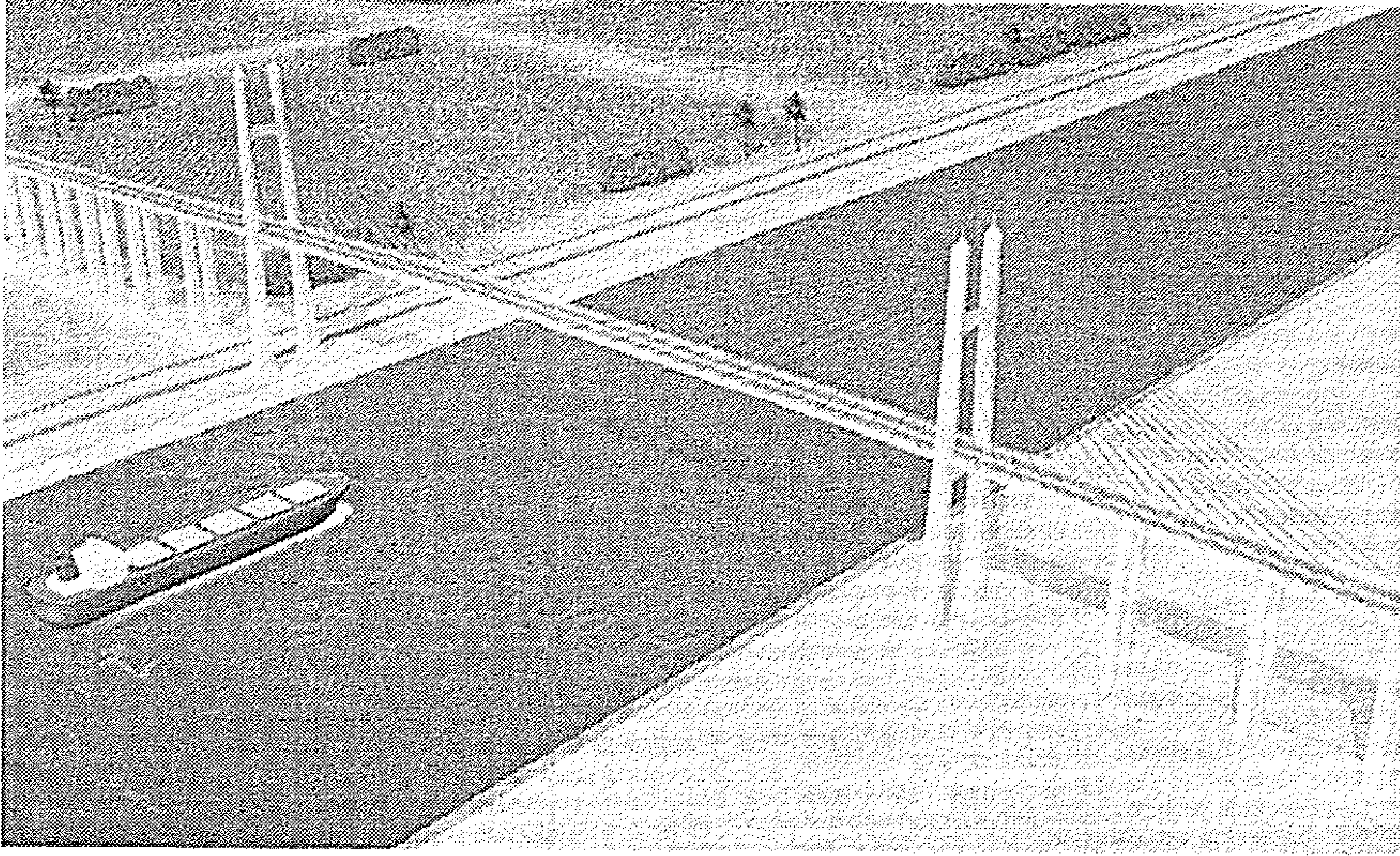

Climbing jacks With steel blocks for lifting the platform 400 tonnes.

الروافع و الرصيف الخاص للشدة اللازمة لصب كمرات وبلاطة الكوبري

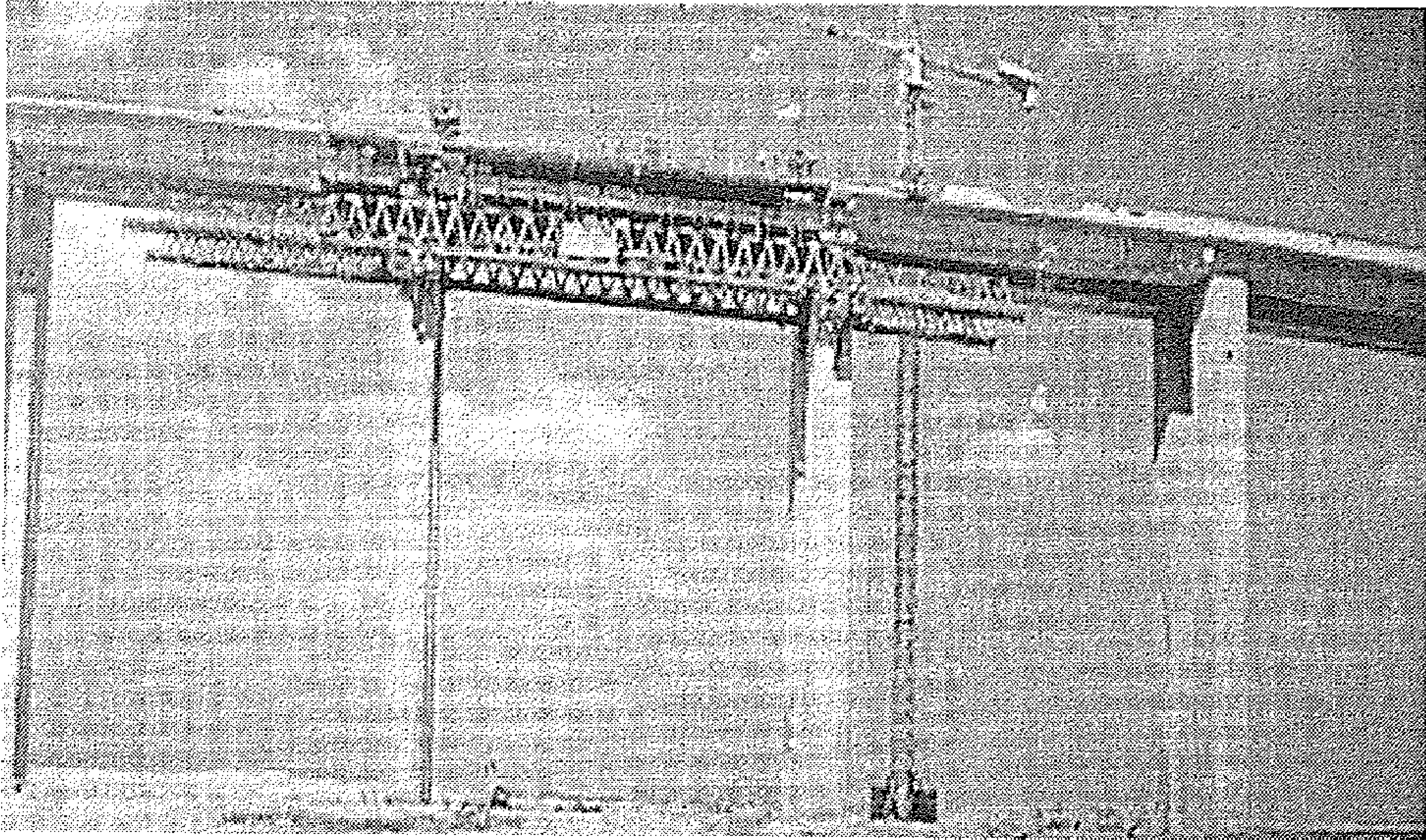

SF1 IN IT S FINAL POSITION

الشدة المعدنية في الوضع النهائي لها لصب بلاطة الكوبري

Suze Canal Bridge
Advanced shoring system
Height : 55m - Weight : 500 Ton



منظر عام لكوبري مبارك علي قناة السويس



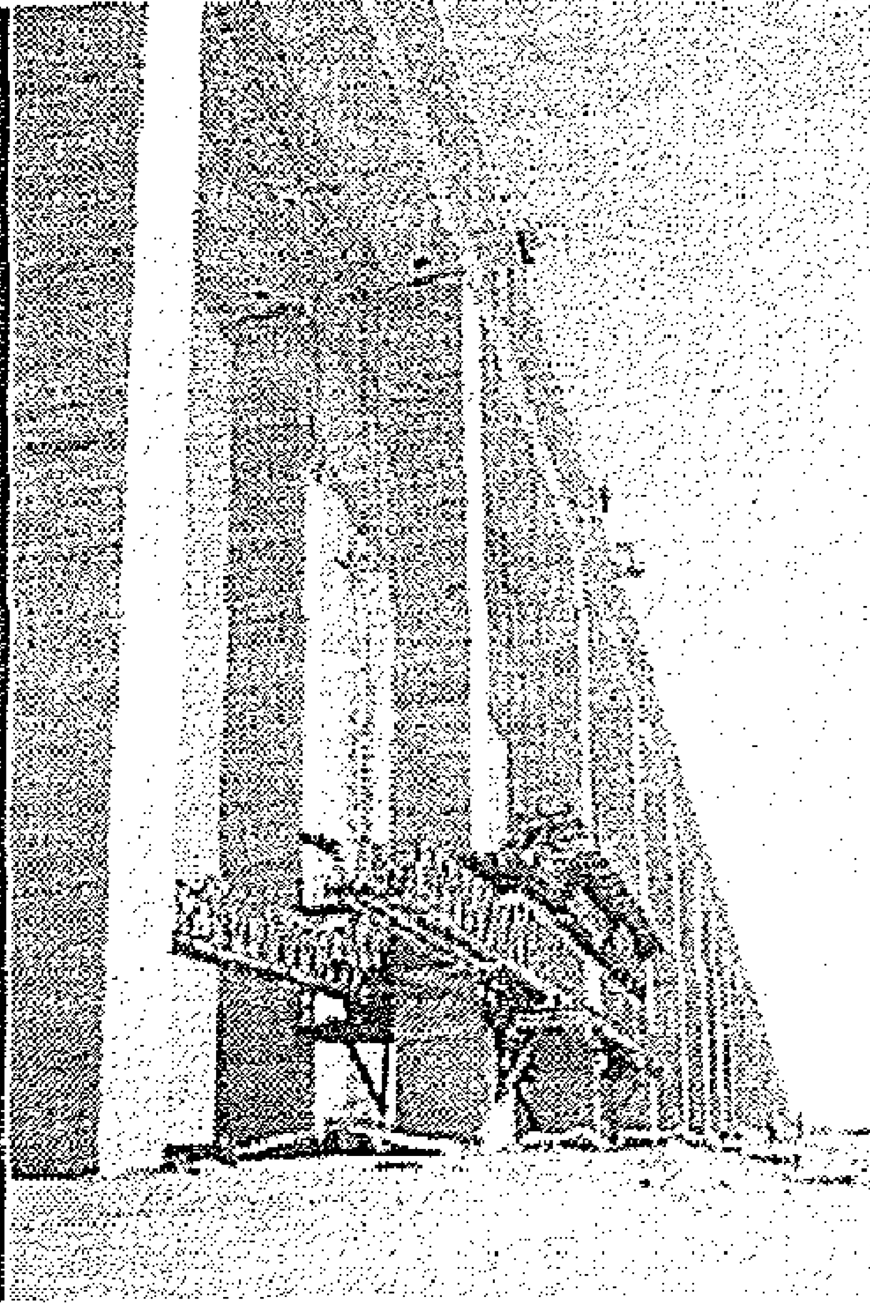
رفع الشدة بشكل نهائي تمهيدا لصب البلاطة الخرسانية للكوبري

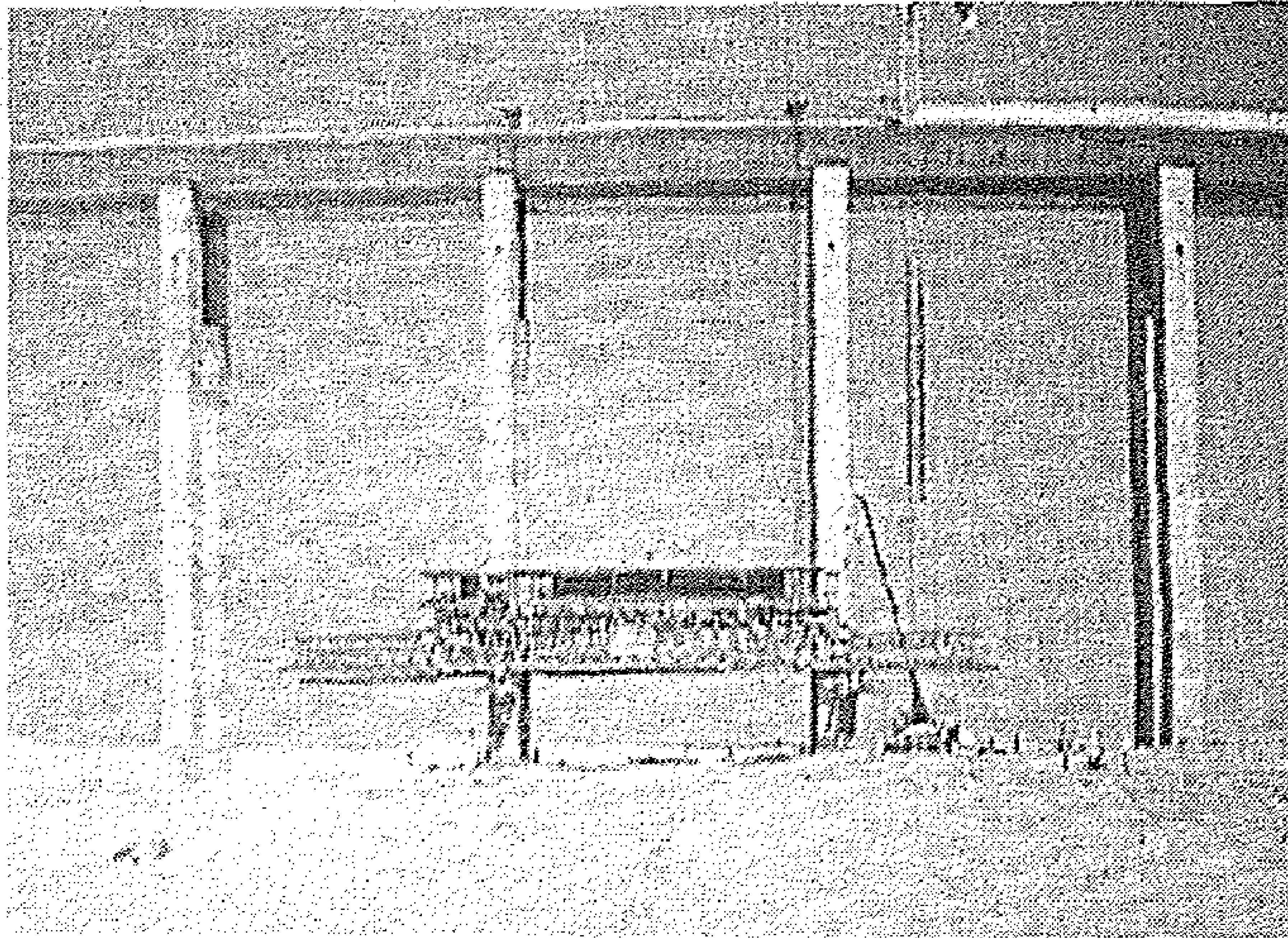
Advanced

shoring system

during

Lowering process





تنزيل الشدة بعد نهو الصب



الشدة المؤقتة بعد أنتهاء العمل

أعمال متنوعة للرفع الثقيل

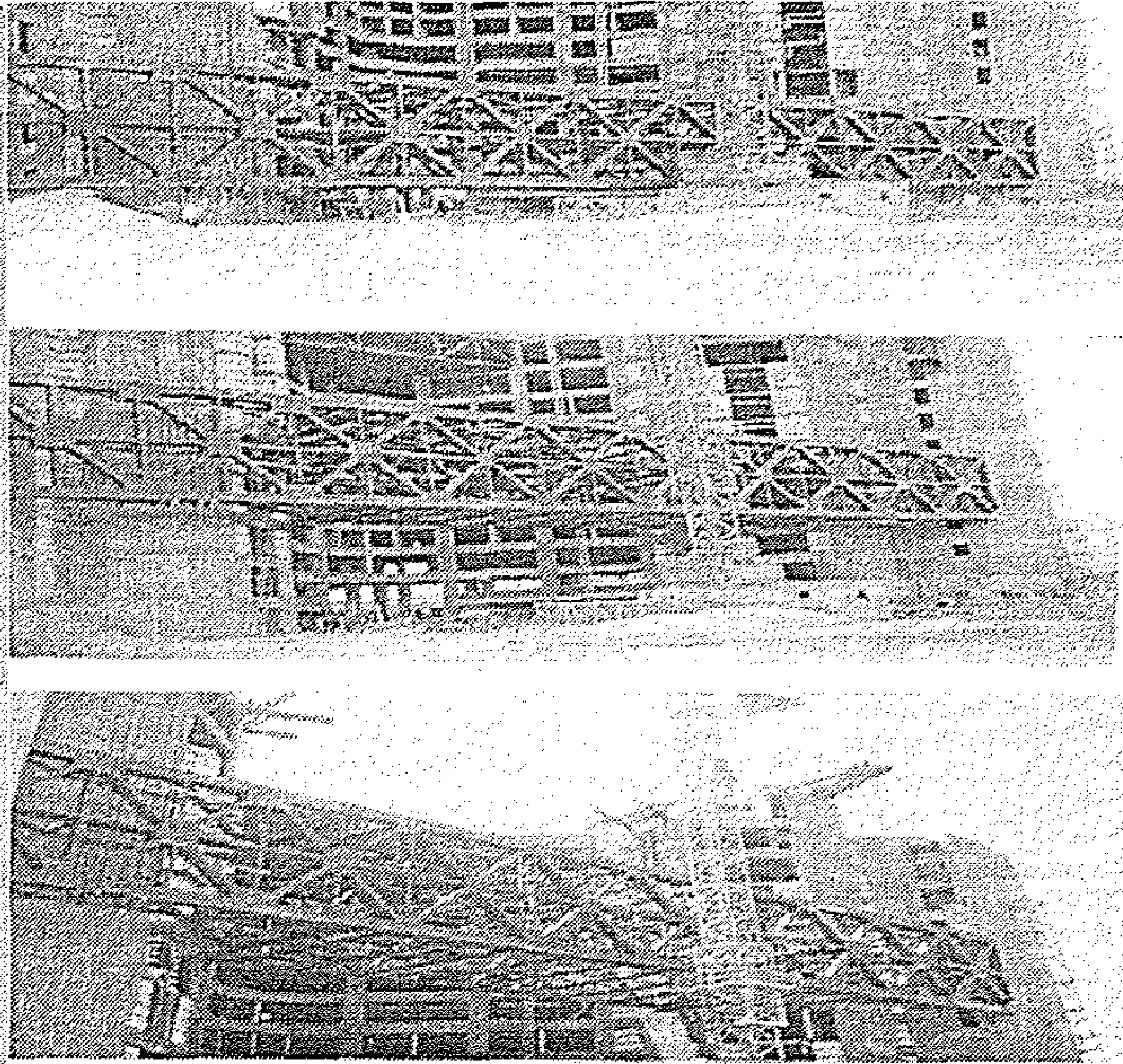
Space Frame

Weight : 400 ton

Height : 40 m.

Span : 63 m.

H. Sliding : 1.4m



نموذج تركيب سقف فراغي



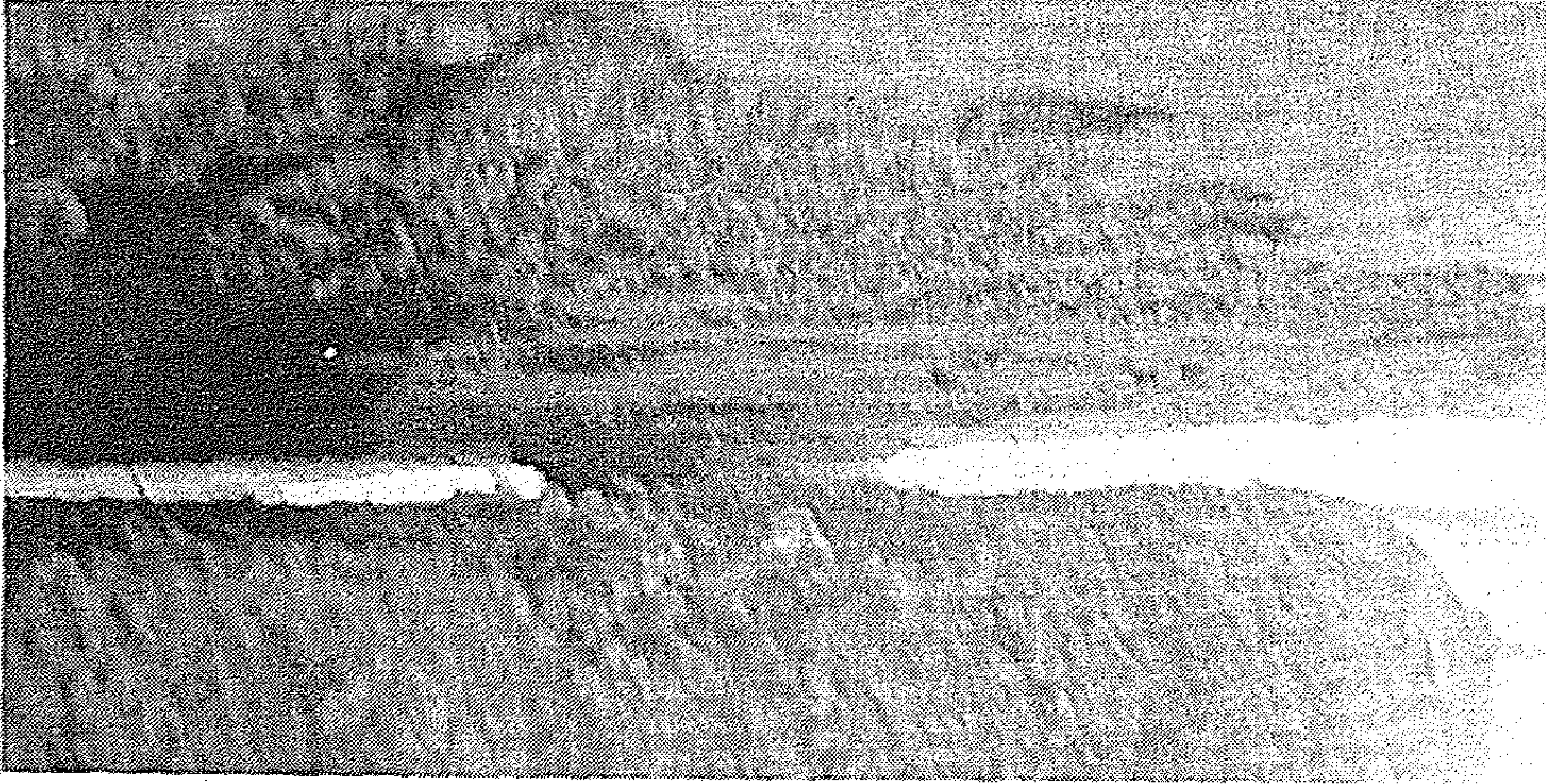
السقف أثناء الرفع – بنك التعمير والأسكان – مدينة نصر

جمهورية مصر العربية

عملية تغيير أرتكاز معدني مهشم لأحد الكباري بآخر

The bridge was attacked by the fire which caused a complete damage for the bearing

Structural elements show deterioration, spalling or scour and collision damage without misalignment



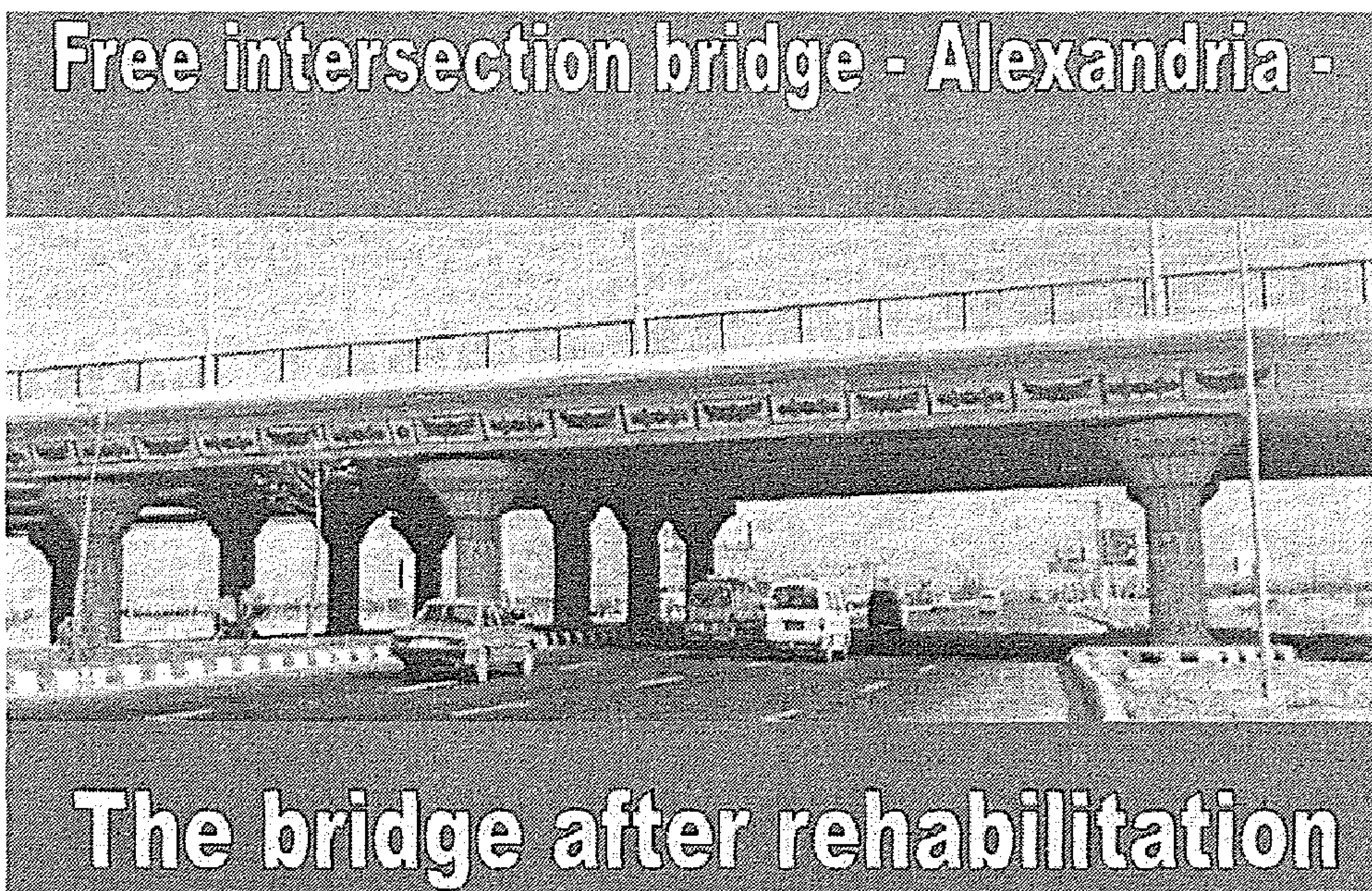
منظر يبين مدي التهشم عند منطقة الأرتكاز



منظر يبين رفع الكوبري بروافع هيدروليكية مع تغيير الأرتكاز

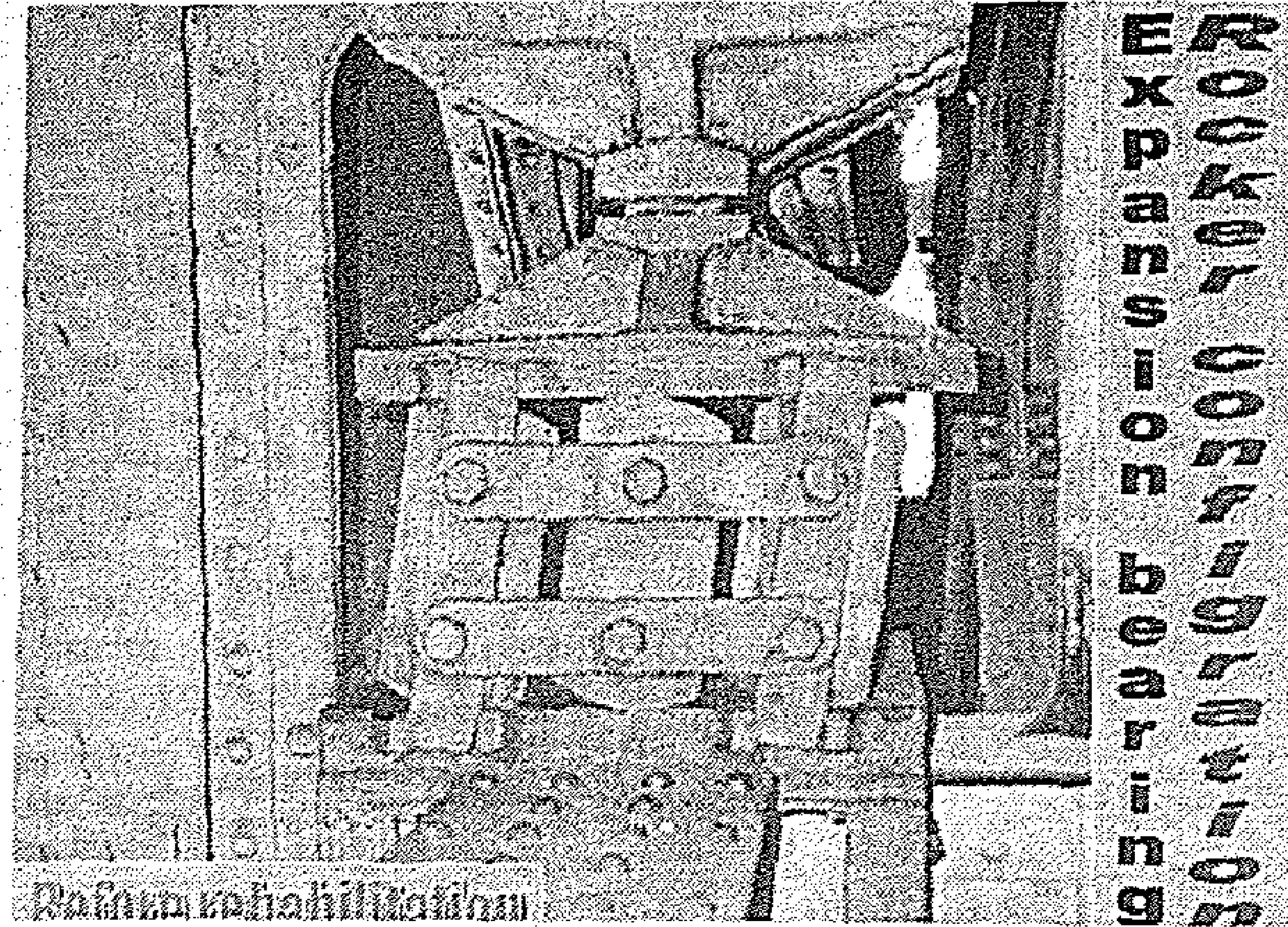


الأرتكازات المهشمة

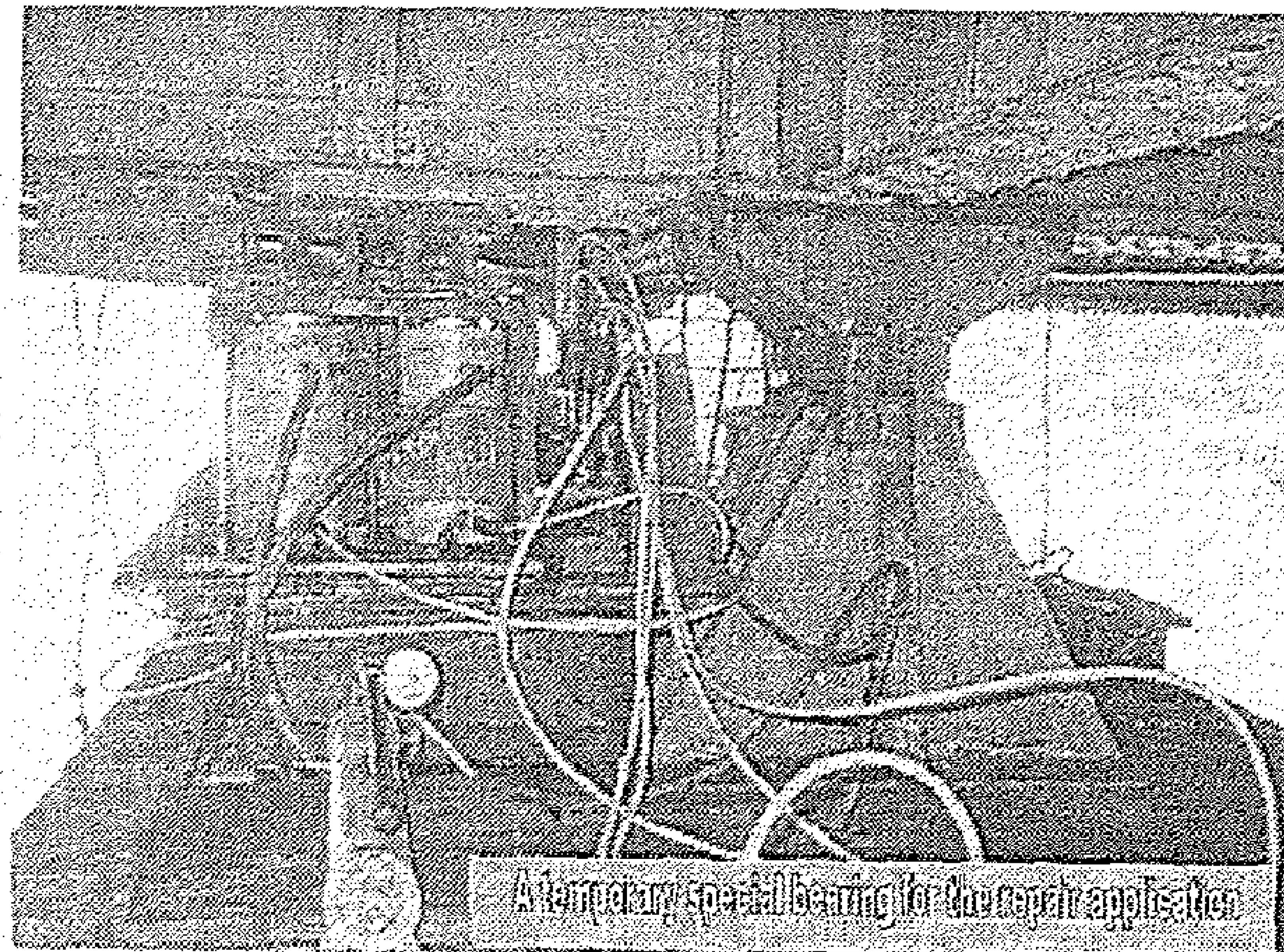


منظر عام للكوبري بعد الترميم والأصلاح

أصلاح أرتكاز الكوبري



شكل الأرتكاز المراد أصلاحه



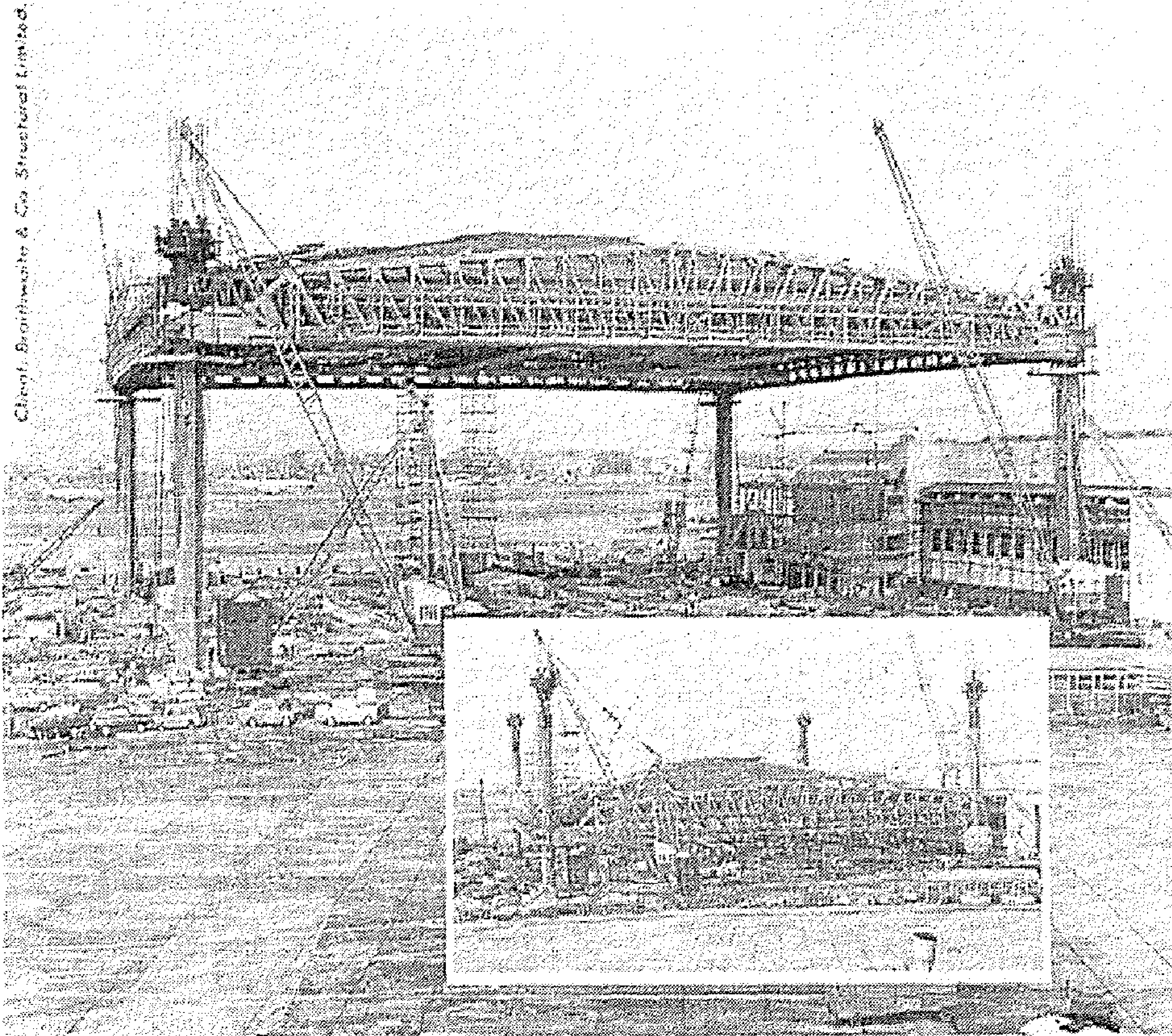
رفع الكوبري بالروافع ثم عمل أرتكاز مؤقت



شكل الأرتكاز بعد أنتهاء الأصلاح

رابعا : الأسقف المعدنية :

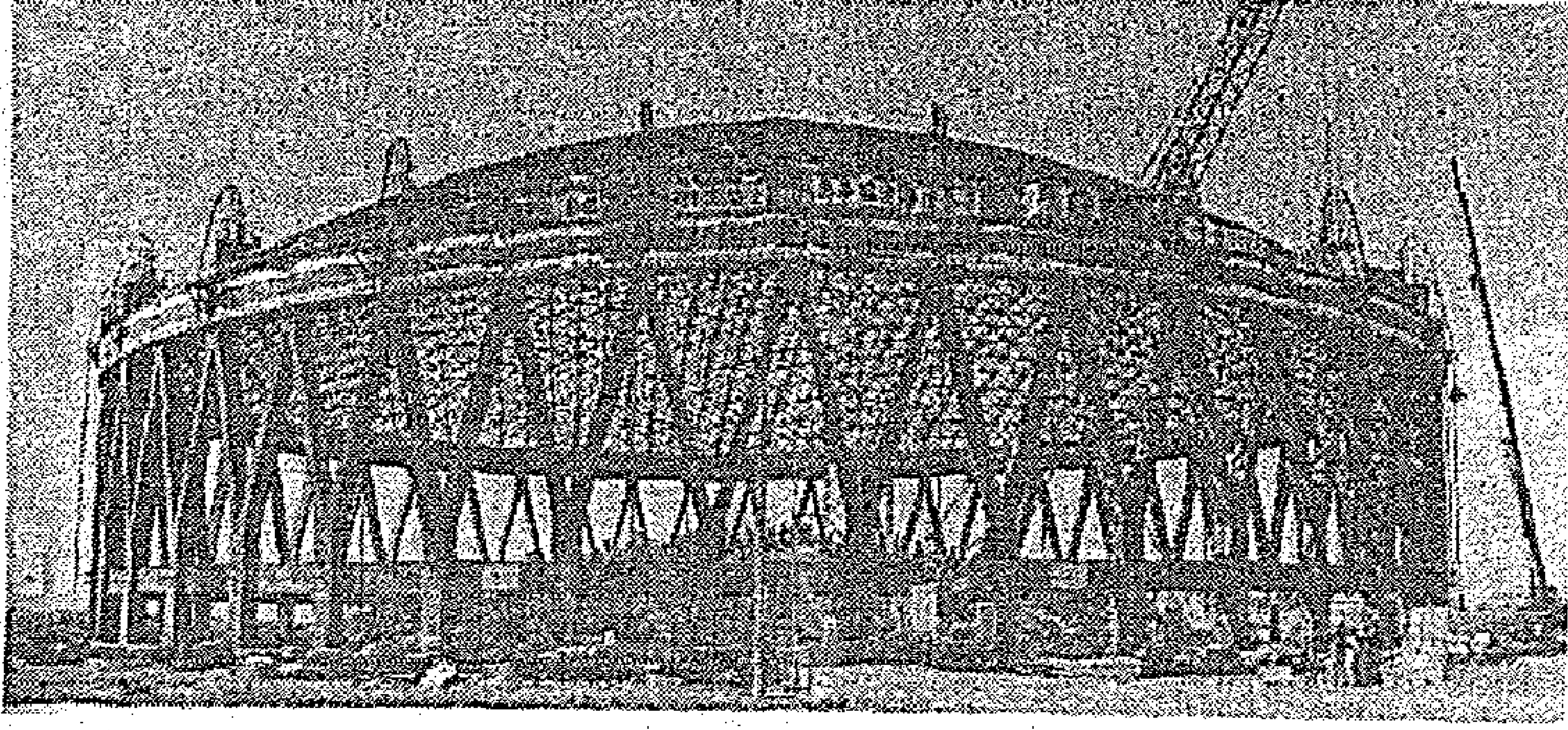
تم رفع سقف معدني (مطار هيثرو – لندن) وزن ٣٢٠٠ طن . أبعاد السقف ٩١,٥ متر × ٩١,٥ متر . وتم رفع السقف بارتفاع = ٢٠,٤ متر . قد أستغرق ذلك ٧ أيام عمل .



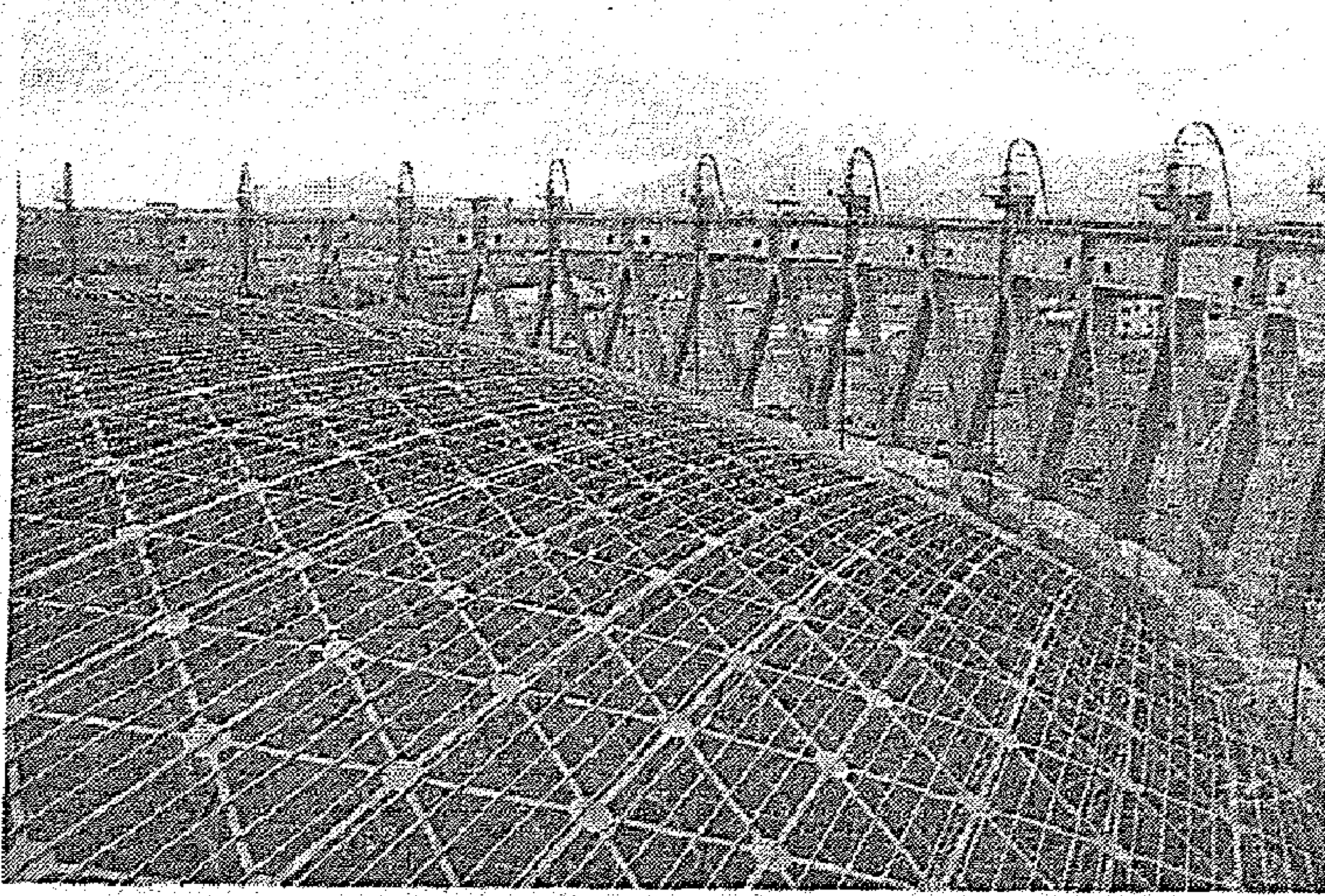
Lifting 3,200T structural steel roof, servicing hangar – Heathrow.

رفع سقف ثقيل ٣٢٠٠ طن – مبني الخدمات – مطار هيثرو – لندن

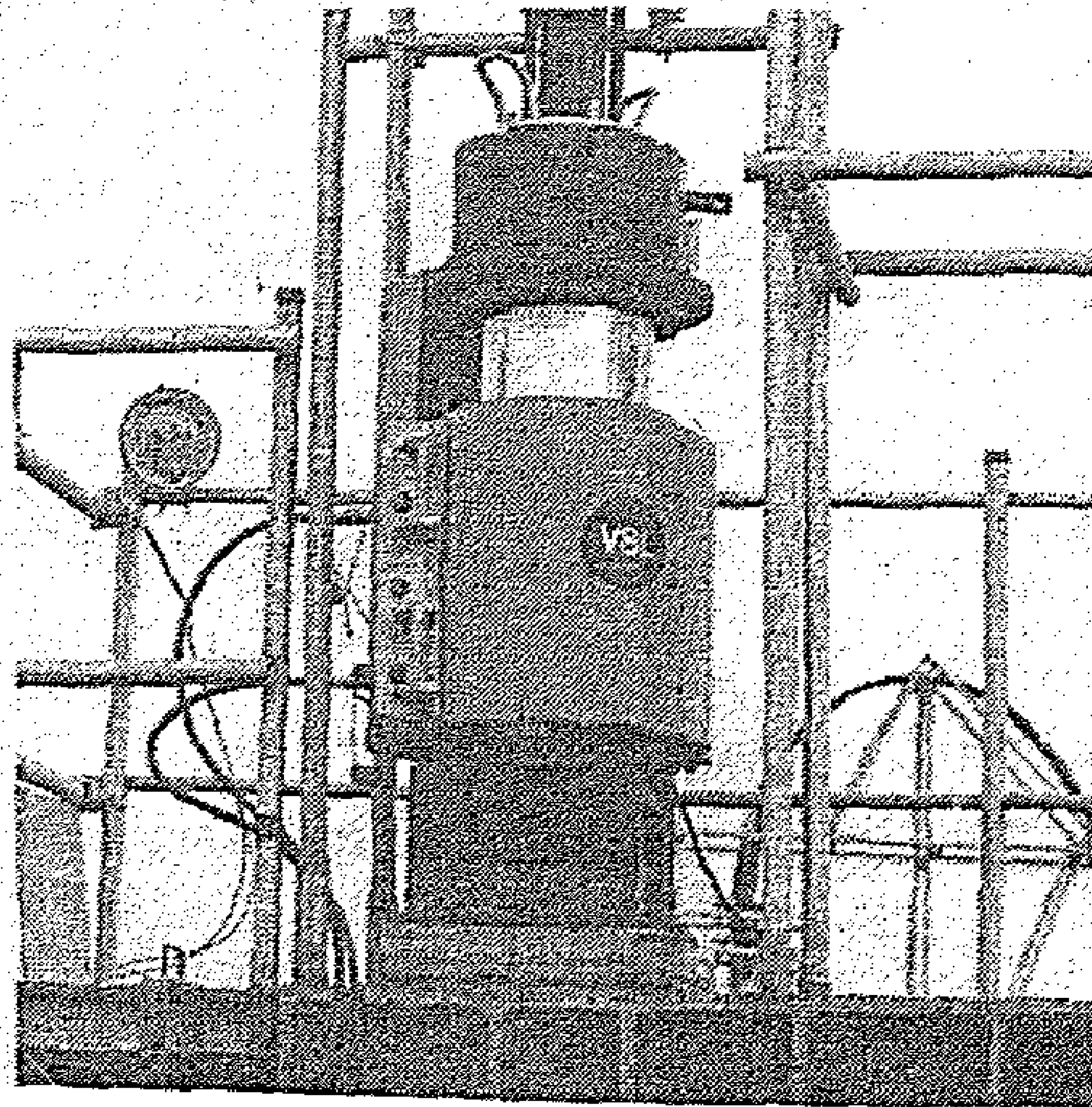
أنشاء ستاد تايوان :



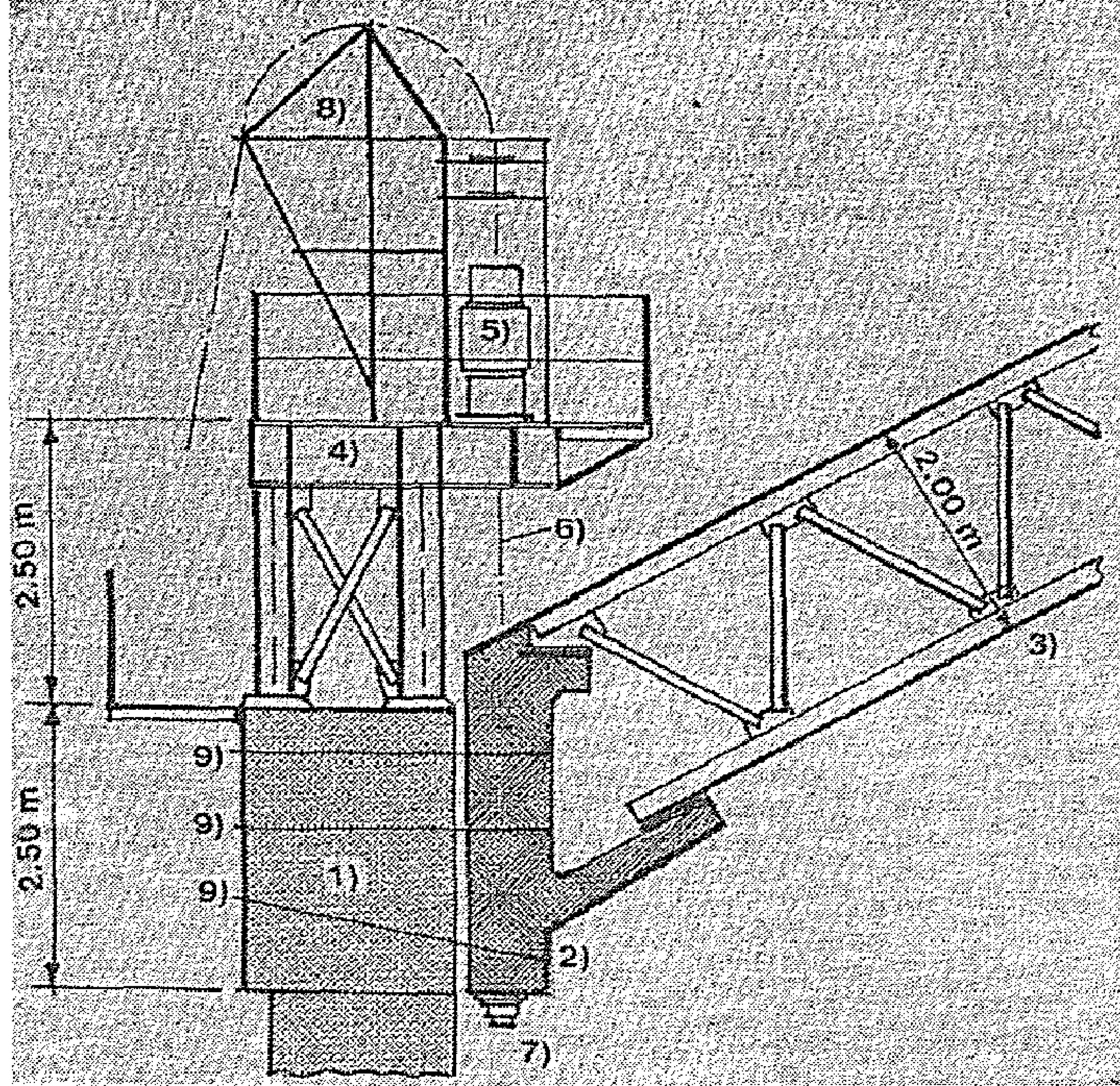
ستاد تايوان بعد أتمام الأنشاء – قطر ١٣٢ متر و أرتفاع ٤٧,٦ متر – وزن ٥٠٠٠ طن



منظر للقبة الحديدية من أعلي



الرافعة الهيدروليكية

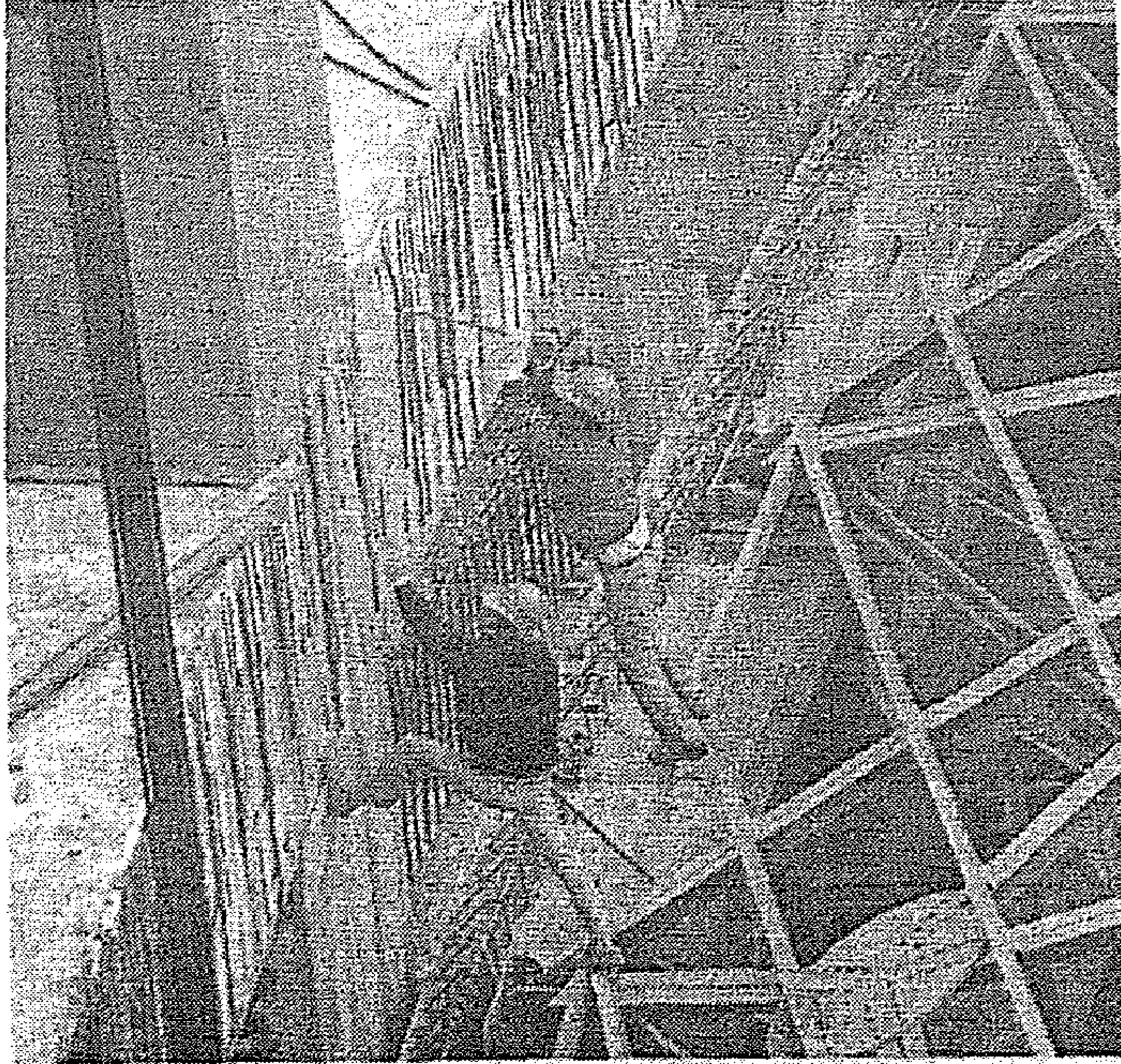


١- الكمرة الدائرية الخارجية ٤- أتكاز الروافع ٧- رباط الكابل الرافع

٢- الكمرة الدائرية الداخلية ٥- الرافعة الهيدروليكية ٣٣٠ طن ٨- جهاز ضبط كابل الرفع

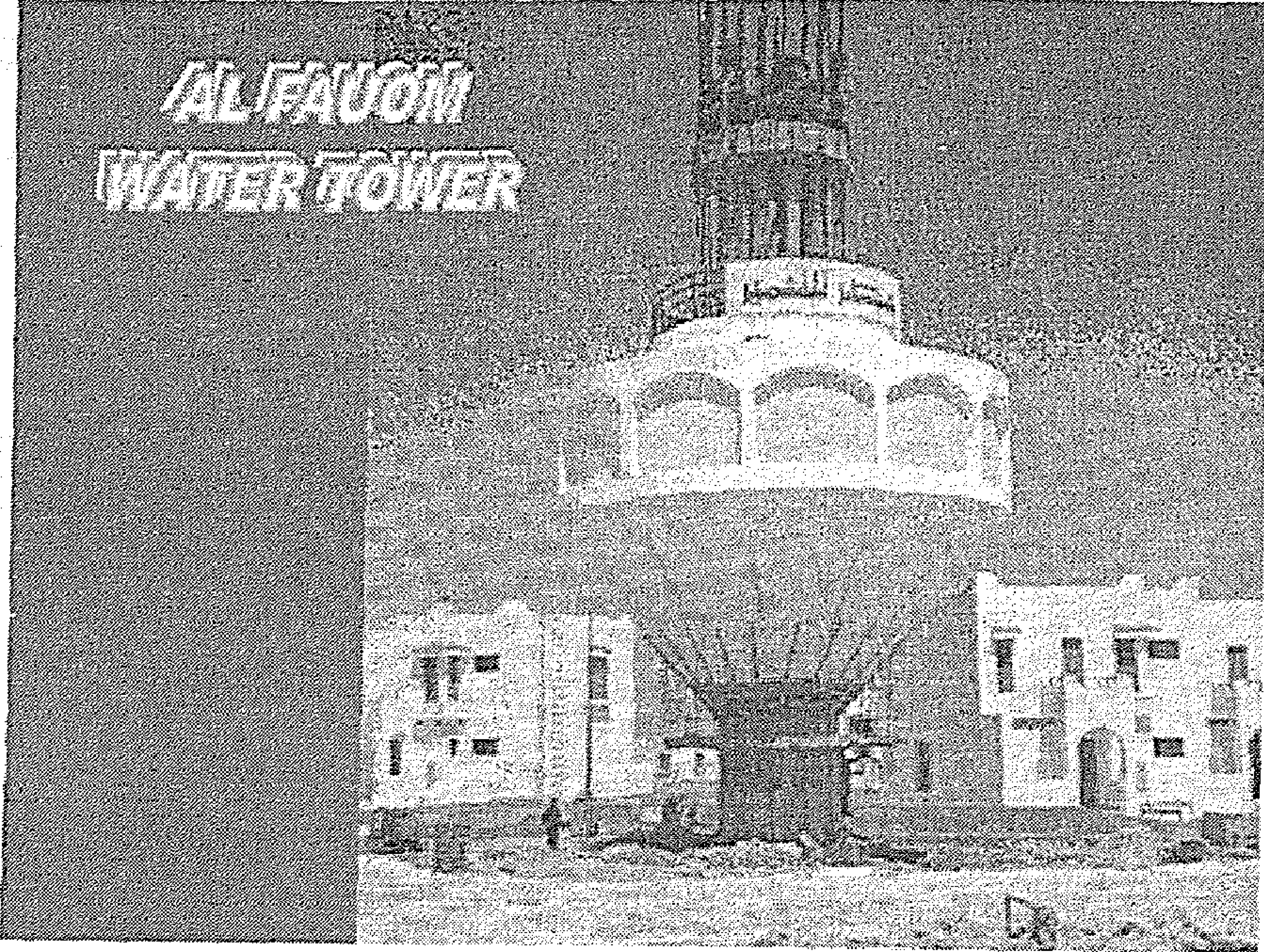
٣- الهيكل الحديدي للقبة ٦- محور كابل الرفع ٩- محاورأسلاك الرباط النهائي

تفاصيل الرافعة الهيدروليكية



القبة تحت الأنشاء

رفع حلة خزان مياه الشرب بالفيوم – مصر :





خزان عالي – مدينة الفيوم

المراجع

١ – الكود المصري .

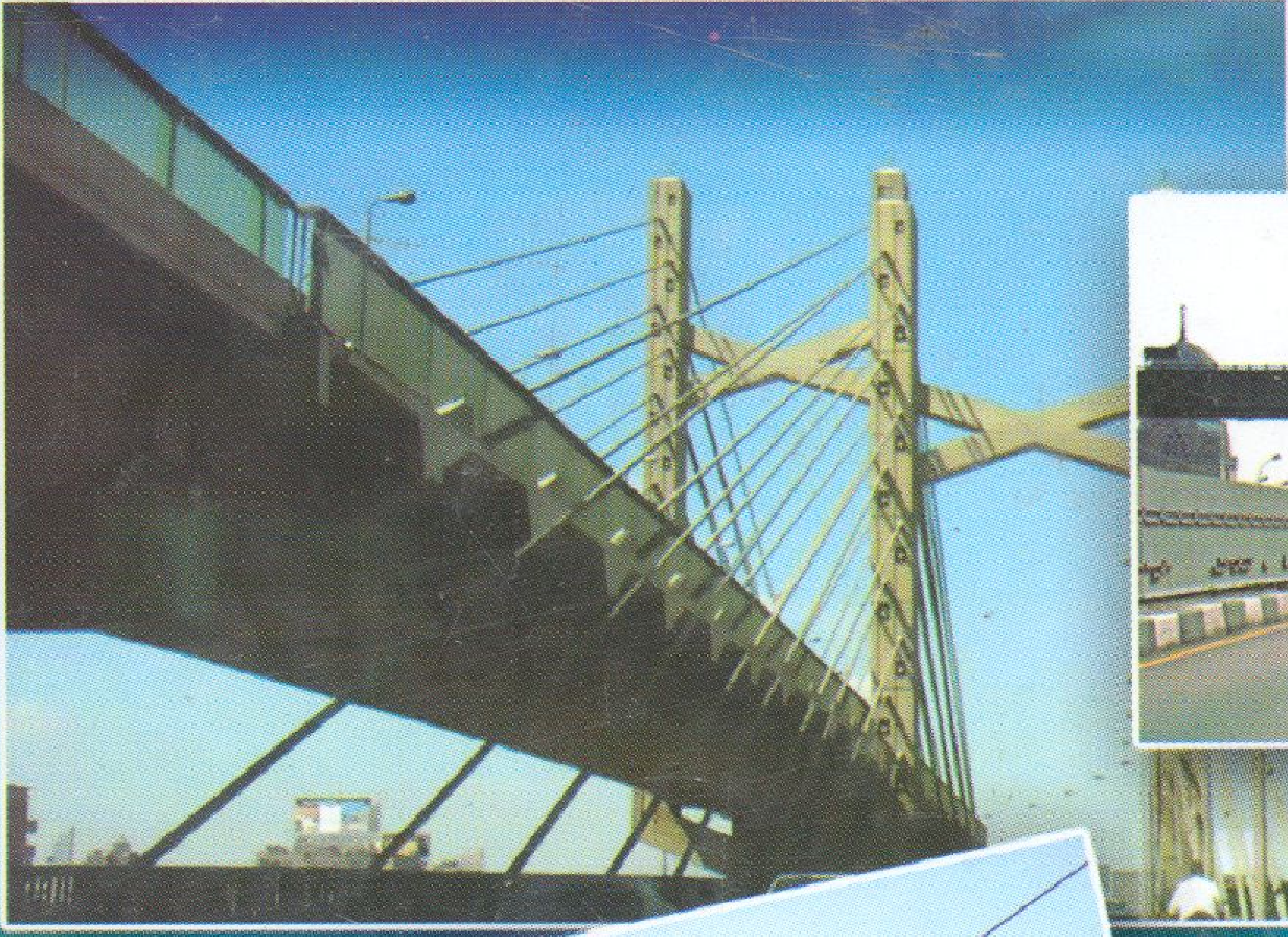
٢ – مذكرات معهد التدريب الفني والمهني للمقاولون العرب .

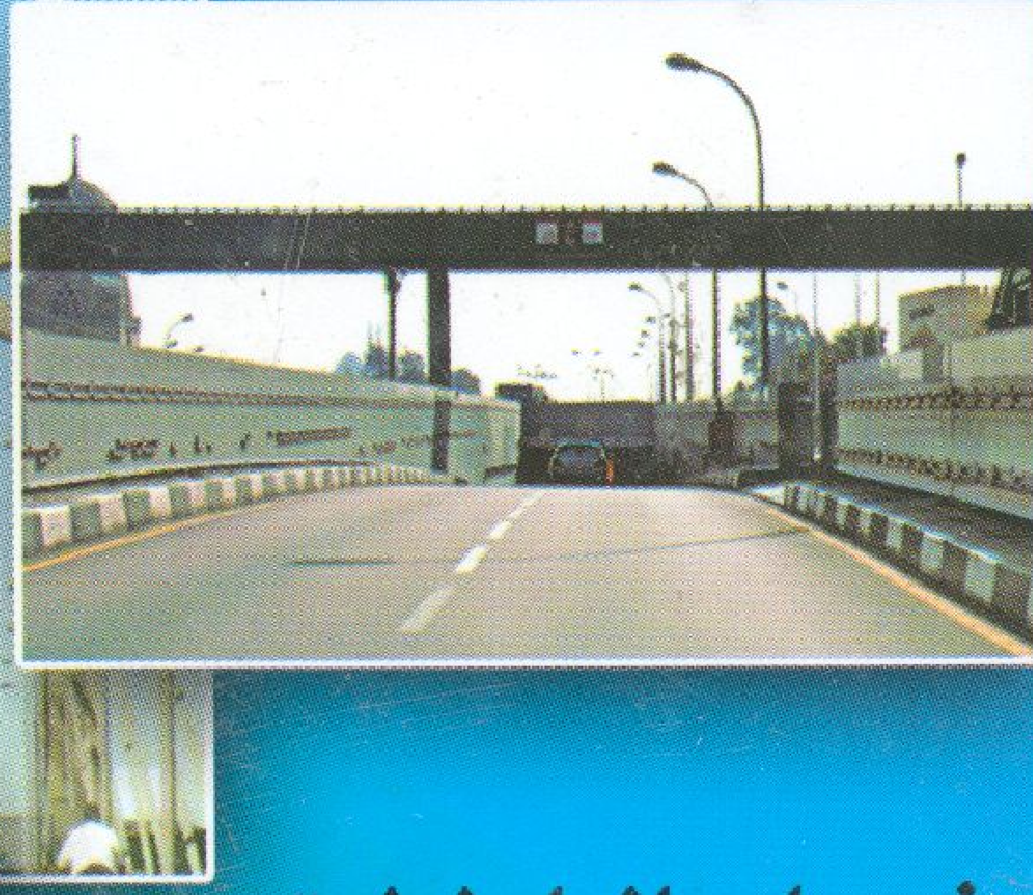
٣ – كتالوجات وصور لمشروعات الشركة المصرية لتطوير صناعة البناء – ليفت سلاب مصر . المهندس / حسن إبراهيم .

٤ – إنشاء هامات (كاب) الخوازيق أسفل منسوب المياه

م / حسين حسني – م / أسامة الجرف – م / شوقي شكري .

المحتويات







يتناول هذا الكتاب شرحا وافيا لطرق التنفيذ للمشروعات المتميزة والتي تحتاج الي خبرات خاصة مثل الكباري والأنفاق و التي أصبحت تحتل جزءا كبيرا من أهتمامات الدولة و التي - بجانب ذلك - تعود بالنفع علي الأخوة زملاء المهنة من المهندسين .

كما يتناول الكتاب شرحا لطرق تكنولوجية لبعض الصعاب الهندسية التي تواجه المهندس مثل الرفع الثقيل للمنشآت مثل الكباري والخزانات والتي تساعد المهندس بدرجة كبيرة في أيجاد الحلول في التنفيذ , و أيضا مثل الأسقف الخرسانية المرفوعة والشدات المنزلقة والتي تساهم في جودة فائقة للأعمال بجانب سرعة التنفيذ .



دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
☎ ٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbhegypt.org
e-mail:sbh@link.net